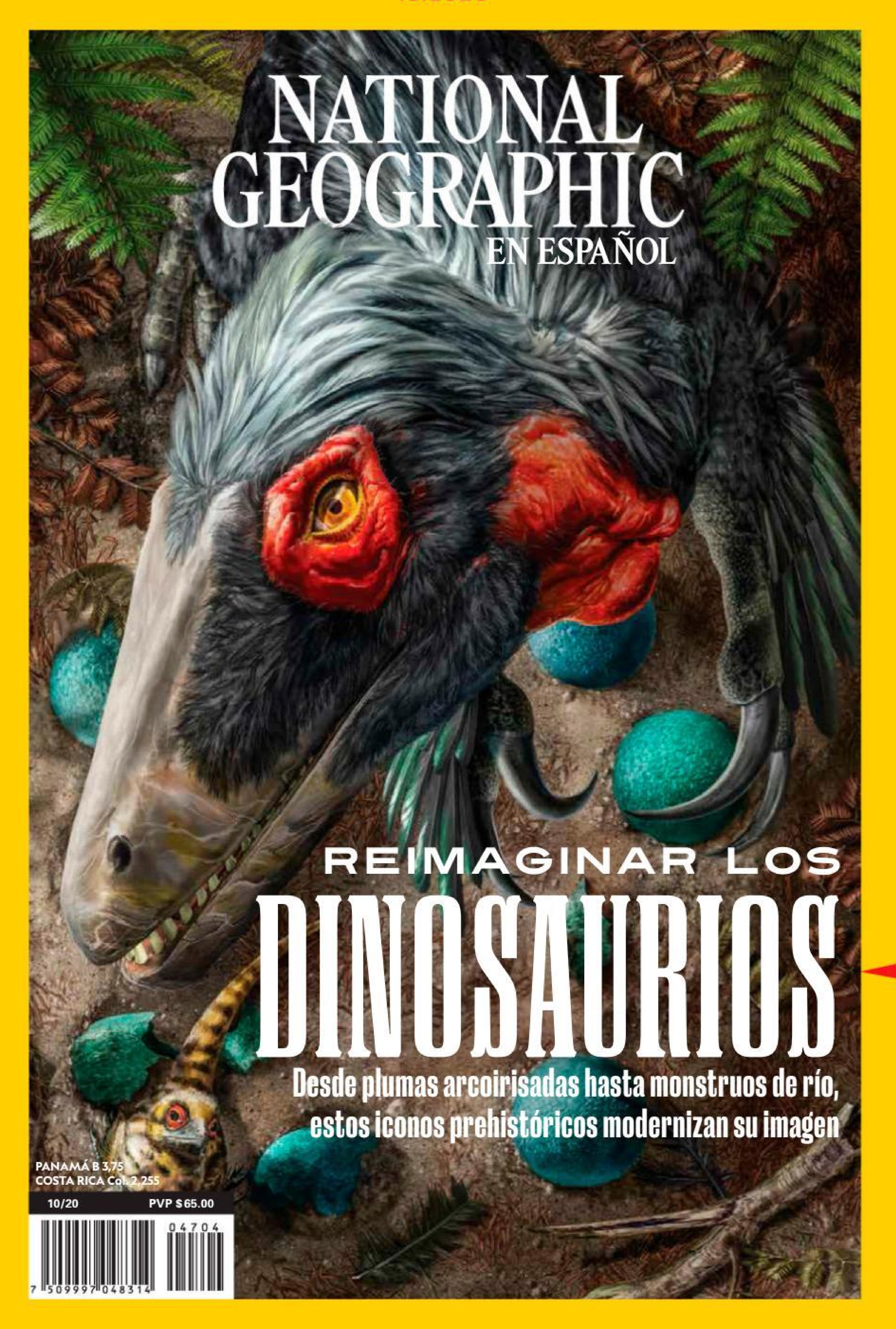
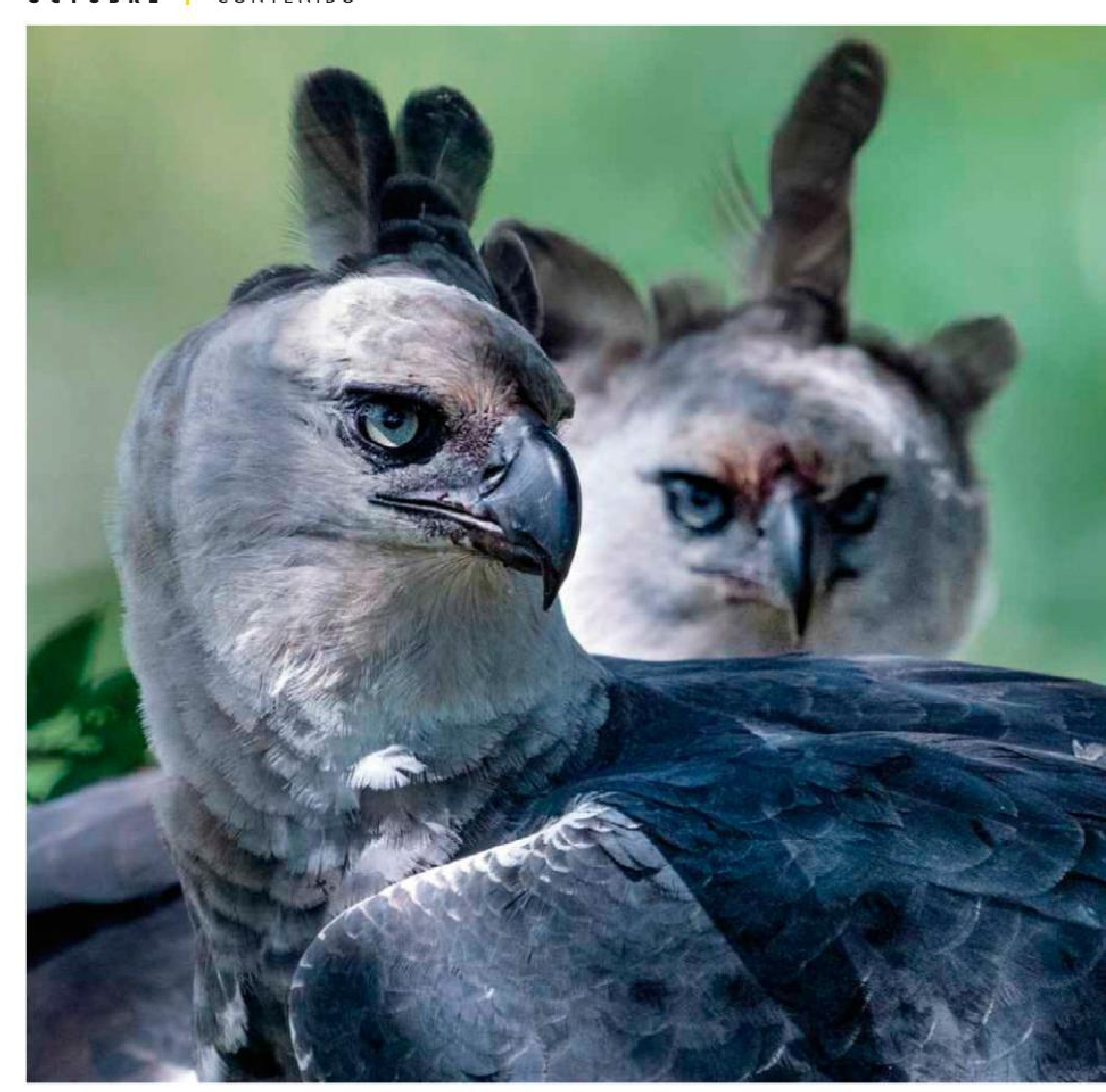
10.2020


NATIONAL GEOGRAPHIC
EN ESPAÑOL
REIMAGINAR LOS
DINOSAURIOS
Desde plumas arcoirisadas hasta monstruos de río,
estos iconos prehistóricos modernizan su imagen
PANAMÁ B 3,75
COSTA RICA Col. 2,255
10/20
PVP $65.00
04704
7 509997 048314

CONTENIDO

En portada
Un *Deinonychus* macho vigila a crías y huevos en su nido. Estudios recientes han arrojado nueva luz sobre la apariencia y comportamiento de los dinosaurios.
PINTURA DE DAVIDE BONADONNA



ARTÍCULOS



Claudia Muzzi
DIRECTORA EDITORIAL

Virgilio Valdés
COORDINADOR DE ARTE

Erick Pinedo
APOYO EDITORIAL

CONSEJO EDITORIAL
Carlos Galindo Leal, Rodolfo Lacy, Mario Molina, Antonio Peimbert Patricio Robles Gil, Samuel Ponce de León, José Sarukhán, Leonardo López Luján

TRADUCTORES PARA ESTA EDICIÓN
Claudia Muzzi
Erick Pinedo

EDITORIAL TELEVISA

Rodolfo Vargas Pérez
DIRECTOR GENERAL

Guillermo Caballero Medina
DIRECTOR DE MEJORA CONTINUA Y OPERACIONES

Sergio Cárdenas Fernández
DIRECTOR DE CONTENIDOS

Michel Bauer Tapuach
DIRECTOR GENERAL COMERCIAL

Mara Domínguez
DIRECTORA DE VENTAS

Lucía Alarcón de Zamacona
DIRECTORA DE RELACIONES CON EMPRESAS Y TALENTO

Rosario Sánchez Robles
DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS

Karen Murillo Hernández
DIRECTORA LEGAL

Roberto Morán Quiroz
DIRECTOR DE AUDIENCIAS PRINT

Marco Payán Frías
COORDINADOR DE CONTENIDOS DIGITALES

Borja González Andrés
COORDINADOR MULTIMEDIA

José Antonio Blasco Colina
JEFE DE CORRECCIÓN DE ESTILO

Claudia Verdugo Evans
COORDINADORA DE PRODUCCIÓN

Isabel Gómez Zendejas
COORDINADORA DE CIRCULACIÓN

Yanel Antonio García Aguilar
COORDINADOR SUSCRIPCIONES & VENTA DIRECTA

José Fabián Amione Silva
Jorge Arriaga
Luz María Luckie González
Judith Ruiz Gutiérrez
Bibiana Rodríguez Pérez Moreno
COORDINADORES COMERCIAL

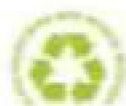
Sakbe Borja Pérez
COORDINADORA DE MARKETING E IMPLEMENTACIÓN DIGITAL

María Guadalupe Alarcón Romo
GERENTE DE OPERACIONES ADMINISTRATIVAS



EDITORIAL TELEVISA
RODOLFO VARGAS PÉREZ
DIRECTOR GENERAL





NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY
es una organización mundial sin fines de lucro que extiende los límites de la exploración para incrementar el entendimiento de nuestro planeta y generar soluciones para un futuro más sostenible.

CHIEF EXECUTIVE OFFICER
Dr. Jill Tiefenthaler

SENIOR MANAGEMENT

PRESIDENT AND CHIEF OPERATING OFFICER: Michael L. Ulica
CHIEF BUSINESS OPERATIONS OFFICER: Tara Bunch
INTERIM CHIEF SCIENCE AND INNOVATION OFFICER: Valerie Craig
CHIEF HUMAN RESOURCES OFFICER: Mara Dell
CHIEF COMMUNICATIONS OFFICER: Kalee Kreider
CHIEF EXPLORER ENGAGEMENT OFFICER: Alexander Moen
CHIEF EDUCATION OFFICER: Vicki Phillips
CHIEF STORYTELLING OFFICER: Kaitlin Yarnall

BOARD OF TRUSTEES

CHAIRMAN: Jean M. Case
VICE CHAIRMAN: Katherine Bradley

Brendan P. Bechtel, Afsaneh Beschloss, Ángel Cabrera, Elizabeth (Beth) Comstock, Jack Dangermond, Joseph M. DeSimone, Alexandra Grosvenor Eller, Jane Lubchenco, Kevin J. Maroni, Strive Masiyiwa, Mark C. Moore, George Muñoz, Nancy E. Pfund, Lyndon Rive, Edward P. Roski, Jr., Frederick J. Ryan, Jr., Rajiv Shah, Ellen R. Stofan, Anthony A. Williams, Tracy R. Wolstencroft

EXPLORERS-IN-RESIDENCE

Sylvia Earle, Enric Sala

EXPLORERS-AT-LARGE

Robert Ballard, Lee R. Berger, James Cameron, J. Michael Fay, Beverly Joubert, Dereck Joubert, Louise Leakey, Meave Leakey

NATIONAL GEOGRAPHIC PARTNERS

CHAIRMAN Gary E. Knell

SENIOR MANAGEMENT

EDITORIAL DIRECTOR: Susan Goldberg
GENERAL MANAGER NG MEDIA: David E. Miller
DEPUTY CHIEF COUNSEL: Evelyn Miller
GLOBAL NETWORKS CEO: Courteney Monroe
HEAD OF TRAVEL AND TOUR OPERATIONS: Nancy Schumacher
CHIEF FINANCIAL OFFICER: Akilesh Sridharan

BOARD OF DIRECTORS

Ravi Ahuja, Jean M. Case, Bob Chapek, Nancy Lee, Kevin J. Maroni, Kevin Mayer, Peter Rice, Frederick J. Ryan, Jr., Jill Tiefenthaler, Michael L. Ulica

INTERNATIONAL PUBLISHING

SENIOR VICE PRESIDENT: Yulia Petrossian Boyle

Allison Bradshaw, Ariel Deiaco-Lohr, Kelly Hoover, Diana Jaksic, Jennifer Jones, Leanna Lakeram, Jennifer Liu, Rossana Stella

EDITOR IN CHIEF Susan Goldberg

EXECUTIVE EDITOR: Debra Adams Simmons
MANAGING EDITOR, MAGAZINES: David Brindley
SENIOR DIRECTOR, SHORT FORM: Patty Edmonds
DIRECTOR OF VISUAL AND IMMERSIVE EXPERIENCES: Whitney Johnson
SENIOR EXECUTIVE EDITOR: Indira Lakshmanan
EXECUTIVE EDITOR, LONG FORM: David Lindsey
CREATIVE DIRECTOR: Emmet Smith
MANAGING EDITOR, DIGITAL: Alissa Swango
MANAGING EDITOR, INTEGRATED STORYTELLING: Michael Tribble

INTERNATIONAL EDITIONS
EDITORIAL DIRECTOR: Amy Kolczak
DEPUTY EDITORIAL DIRECTOR: Darren Smith
TRANSLATION MANAGER: Beata Kovacs Nas
INTERNATIONAL EDITOR: Leigh Mitnick
EDITORS: ARABIC: Alsaad Omar Almenhaly. BULGARIA: Krassimir Drumev. CHINA: Tianrang Mai. CROATIA: Hrvoje Prćić. CZECHIA: Tomáš Tureček. ESTONIA: Erkki Peetsalu. FRANCE: Gabriel Joseph-Dezaize. GEORGIA: Natia Khuluzauri. GERMANY: Werner Siefer. HUNGARY: Tamás Vitray. INDIA: Lakshmi Sankaran. INDONESIA: Didi Kaspi Kasim. ISRAEL: Idit Elnatan. ITALY: Marco Cattaneo. JAPAN: Shigeo Otsuka. KAZAKHSTAN: Yerkin Zhakipov. KOREA: Junemo Kim. LATIN AMERICA: Claudia Muzzi Turullols. LITHUANIA: Frederikas Jansonas. NETHERLANDS/BELGIUM: Arno Kantelberg. NORDIC COUNTRIES: Hanne-Luise Danielsen. POLAND: Agnieszka Franus. PORTUGAL: Gonçalo Pereira. ROMANIA: Catalin Gruia. RUSSIA: Andrei Palamarchuk. SERBIA: Igor Rill. SLOVENIA: Marija Javornik. SPAIN: Ismael Nafría. TAIWAN: Yungshih Lee. THAILAND: Kowit Phadungruangkij. TURKEY: Nesibe Bat

TESTIMONIOS

NATIONAL GEOGRAPHIC

POR **LONNAE O'NEAL**
FOTOGRAFÍAS DE **JON HENRY**



MAGNIFICENT MILE, CHICAGO, ILLINOIS

EL HIJO DE TODAS LAS MADRES

Madres negras posan con los hijos que temen perder. El proyecto se llama *Stranger Fruit*.

VOL. 47 NÚM. 4



HAY UNA DEMANDA QUE SE TE IMPONE con *Stranger Fruit*. Hasta ahí está claro. Las fotografías de madres e hijos, de cuerpos negros –enteros y sin agujerear y, sin embargo, como Cristos en su muerte– no le suplican con amabilidad al espectador más de lo que los manifestantes en las calles invitan a cambiar a la policía. Estas son madres negras, sentadas, de pie, arrodilladas con sus hijos sin vida, que ven directo a la cámara, a la nación, que exigen tu atención, y te cuesta mucho verlos. Pero cuesta más ver hacia otro lado.

"Lo que experimentamos con esta serie es justamente revivir estos traumas en tanto comunidad afroestadounidense", dice Jon Henry, artista visual de Brooklyn. Su exposición *Stranger Fruit* está basada en los asesinatos de gente negra por parte de la policía. Se inspira en la canción "Strange Fruit", la interpretación de Nina Simone del réquiem de Billie Holiday para los cuerpos linchados "que se mecen en la brisa sureña, fruta extraña que cuelga de los álamos". Te obliga a considerar la pena de las familias y comunidades que se quedan solas y tratan de salir adelante. "Es difícil seguir viviendo lo mismo una y otra vez, como una especie de *Hechizo del tiempo* perverso donde estos asesinatos no dejan de suceder", añade Henry.

Las imágenes de madres reales con sus hijos reales no retratan la muerte real, sino capturan la constancia y ubicuidad de ese temor: el ruido en los oídos de las madres negras que nunca se va. Saber que la policía los puede matar por cualquier nimiedad o, sentencia Henry, "por absolutamente nada".

Las madres son vistas con sus hijos de diversas edades, en una pose de piedad clásica, una Virgen doliente que sostiene el cuerpo muerto de Cristo. Las fotos se toman en ciudades grandes y otros sitios en los que puedes ver un cuerpo negro inerte sin trauma visible y pensar que esa persona está muerta. Estos sitios, entiendes, son cómplices de lo que ves. Henry, quien trabajó durante 15 años como sacristán en Queens, dice que el proyecto está inspirado en la iconografía cristiana y en las memorias de la preocupación incesante de su madre cuando él era joven.

Henry empezó a fotografiar el proyecto en 2014. Remonta sus orígenes a 2006, cuando policías de Nueva York le dispararon y mataron a Sean Bell el día de su boda (tres fueron absueltos después), e incluso antes, a 1991 y la golpiza de la policía de Los Ángeles al taxista Rodney King. Tras el asesinato de George Floyd por parte de la policía, quien llamó a su difunta madre mientras moría, las imágenes de Henry parecen premonitorias, pero serían ciertas en cualquier momento que viajes de regreso hacia las fauces de Estados Unidos, que hace mucho decidió que los cuerpos negros son prescindibles y las vidas negras les importan solo a sus madres.

Henry envió las imágenes por correo electrónico a las madres junto con un cuestionario acerca de sus pensamientos antes y después de que las fotos se tomaran y cómo abordan este tema de la muerte con sus hijos. Algunas de las respuestas anónimas se volvieron parte de este proyecto:

Veo a mis hijos y me asombro de los hombres en los que se están convirtiendo.
Veo lo mucho que los quiero y me emociona su futuro.
Sin embargo, me siento muy preocupada por el futuro más amplio que se avecina.

Son las madres negras quienes mejor conocen Estados Unidos mediante los cuerpos de sus hijos, que sostienen en los brazos. Es la mirada de una madre negra que involucra a la nación y exige que cambie. □

Este artículo fue realizado en asociación con *The Undefeated*, una página web de ESPN que explora la intersección entre raza, cultura y deporte.

Jon Henry les pidió a las madres que fotografió que reflexionaran sobre estas escenas y sus hijos.

"Me siento triste, triste de que las madres tengan que pasar por esto... Mi hijo pudo levantarse y ponerse la ropa. Otros no".

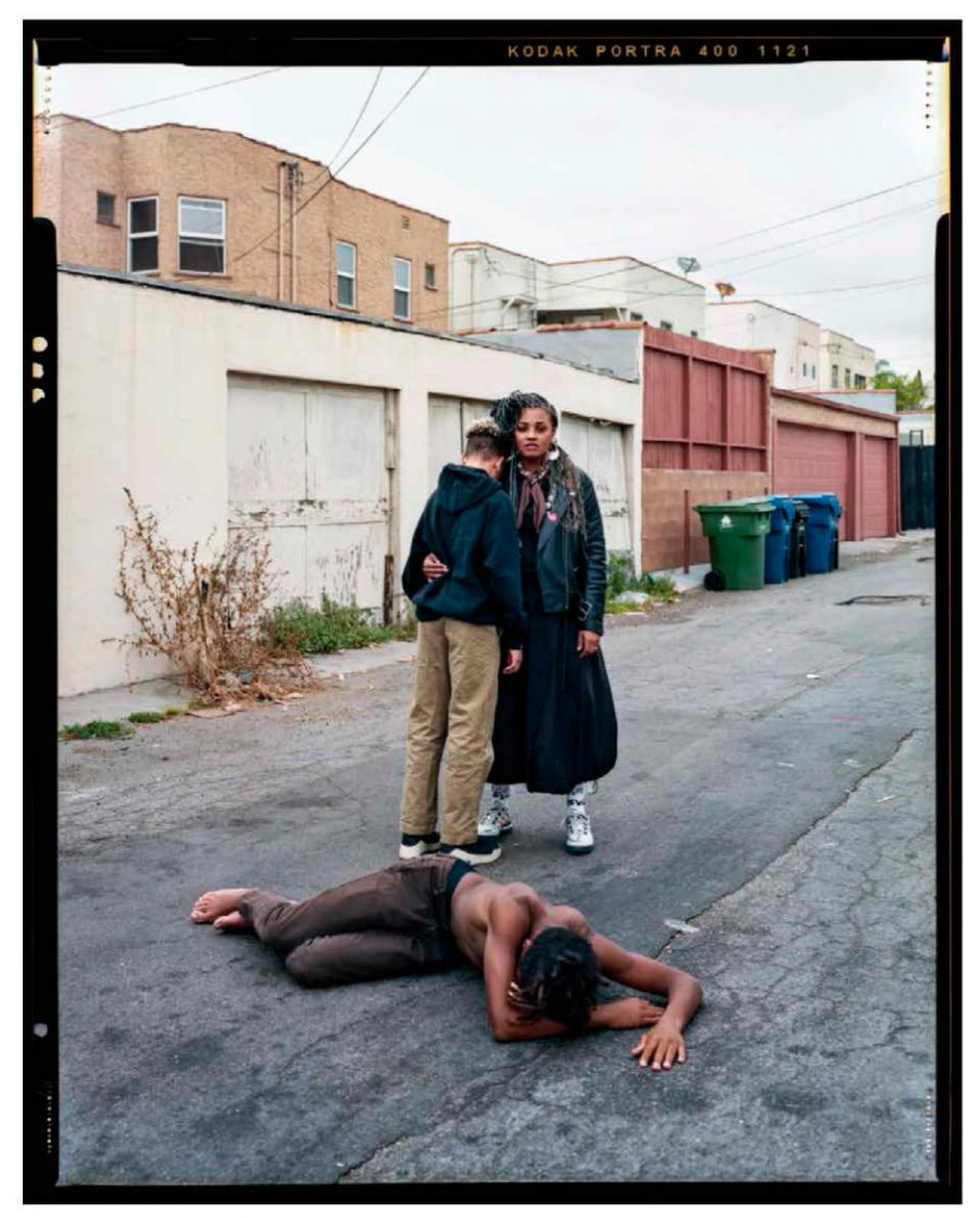




SOUTH SIDE, CHICAGO, ILLINOIS

"Siguen mentalmente congelados en esa posición, esa tristeza, ese quebranto. Me siento culpable por el alivio de que sea solo una foto, porque para otros es la realidad".

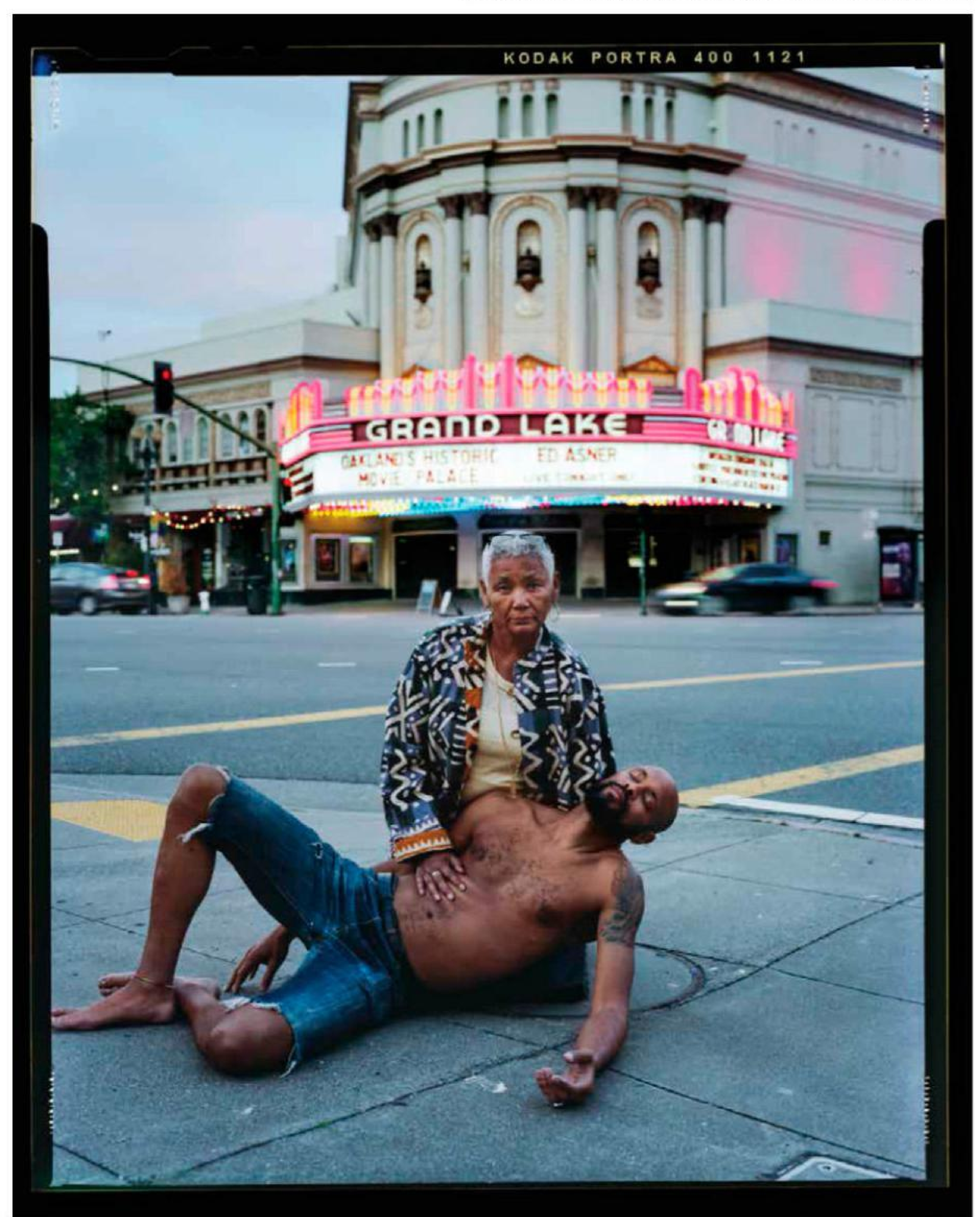
"Me siento asustada. Siento que sigo yo. Siento como si [el nombre de mi hijo] pudiera ser el siguiente *hashtag*".





JERSEY CITY, NUEVA JERSEY

"A medida que entraba gradualmente en la escena y me decían de la pose, empezó a hacerme reflexionar sobre los pensamientos diarios que tengo sobre mi hijo. Tengo pensamientos de amor, cambio, determinación, crecimiento y apoyo. También siento preocupación por su salud y seguridad... Debe haber una atención inmediata para detener los asesinatos de hombres negros y el sufrimiento de las madres".



En tiempos de exceso de información, surge un momento de claridad.

¿Quién está realmente detrás de esta pandemia?

Lo descubrimos a través de conversaciones con científicos, expertos y activistas como **Jane Goodall** y el **capitán Paul Watson.**

CORONAVIRUS

ALERTA AMBIENTAL

ESTRENO DOMINGO 11, 9PM





LOS DESCUBRIMIENTOS DE HOY QUE DEFINIRÁN EL MUNDO DE MAÑANA
NATIONAL GEOGRAPHIC | VOL. 47 NÚM. 4



¡Hola, alienígenas! Mapa a la Tierra

EL MAPA QUE NASA ENVIÓ AL ESPACIO EN 1972, O SU PUESTA AL DÍA DE 2020, PODRÍA GUIAR A EXTRATERRESTRES A LA TIERRA. ¿ES ESO BUENO?

POR **NADIA DRAKE** Y **SCOTT RANSOM**



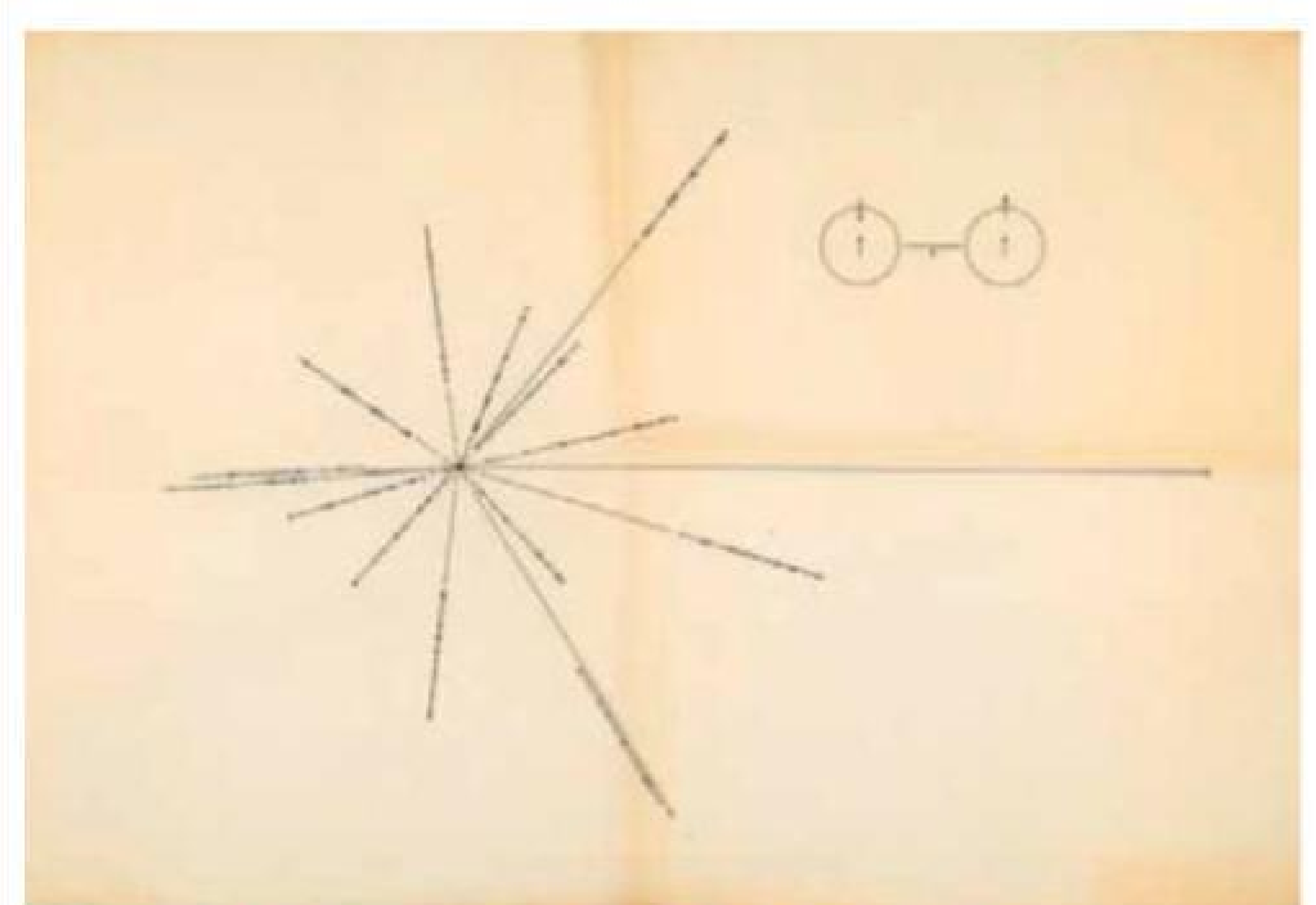
HACE MEDIO SIGLO unos astrónomos diseñaron un mapa que apuntaba a la Tierra desde cualquier lugar en la galaxia. Luego lo enviaron al espacio, con el razonamiento de que cualquier alienígena lo suficientemente inteligente para interceptar una nave espacial podría decodificar el mapa y descubrir su origen. Muchas películas y programas de televisión han utilizado variaciones de este tema como detonante de la trama, aunque no lo tomamos de la ciencia ficción. Es la realidad.

La verdad es que este cuento ha sido parte del folclor familiar desde antes de que yo naciera. Cuando era niña, había oído historias sobre el mapa y visto su representación en muchas naves interestelares y, hace varios años, encontré el camino a la Tierra trazado a lápiz donde mis padres lo habían guardado (más al respecto, después).

¡Fue un hallazgo emocionante! Luego llegó el momento aguafiestas: este mapa original no va a servir

FOTO: ORIGINAL DE ROBERT SIMMON, OBSERVATORIO DE LA TIERRA DE NASA; REBECCA HALE (NGM)









SENTIDO HORARIO, DESDE LA IZQ.:

CÚMULO GLOBULAR

Una masa efervescente que contiene al menos medio millón de estrellas –y unas dos docenas de púlsares–, el cúmulo globular conocido como 47 Tucanae es una de las cerca de 150 aglomeraciones estelares que orbitan la Vía Láctea.

MAPA DE PÚLSARES

El mapa original, diseñado por Frank Drake, utiliza 14 púlsares para señalar hacia la Tierra. Hasta hace poco, el esbozo más temprano del mapa vivía en una caja de tomates.

CARL, PAPÁ Y LINDA

En esta imagen de 1972, Sagan (izq., con su hijo Nick), Linda Salzman Sagan y Frank Drake, quienes diseñaron la placa que las Pioneers llevarían al espacio.

PIONEER 10

La *Pioneer 10* lleva un mensaje grabado en una placa de aluminio anodizado en oro de 228.6 × 152.4 mm, que dice cómo encontrarnos.

FOTOS (EN SENTIDO HORARIO, DESDE ARRIBA, IZQ.): F. FERRARO, OBSERVATORIO EUROPEO DEL SUR; CORTESÍA FRANK DRAKE (MAPA Y RETRATO); ALAMY STOCK PHOTO.

por mucho tiempo más, cósmicamente hablando. Los señalamientos que utiliza desaparecerán al cabo de decenas de millones de años y, aunque no lo hagan, el mapa apuntaría hacia nuestro planeta solo durante una fracción de entre los 200 y 250 millones de años que le toma al Sol y a otras estrellas cercanas dar una vuelta completa alrededor de la Vía Láctea.

¿POR QUÉ EXISTE ESTE MAPA?

Era diciembre de 1971 y NASA se preparaba para lanzar la *Pioneer 10*, una nave espacial que pasaría por Júpiter y realizaría el primer reconocimiento del mayor planeta del sistema solar. Sin embargo, lo más asombroso era que el paso por Júpiter la lanzaría hacia una trayectoria interestelar, lo que la convertiría en el primer objeto de fabricación humana destinado a dejar el sistema solar.

El astrónomo Carl Sagan decidió que la nave debía llevar un saludo de la humanidad, un mensaje que identificara y conmemorara a quienes habían fabricado la *Pioneer* y que fuera interpretable por quienquiera que lo encontrara. NASA estuvo de acuerdo y le dio a Carl menos de un mes para diseñarlo.

Es en este momento cuando el amigo de Carl, el astrónomo Frank Drake, entra en la historia. Frank también es mi papá y, entre otros logros notables, es reconocido por haber realizado la primera búsqueda científica de alienígenas ruidosos y por formalizar una infraestructura para estimar el número de civilizaciones alienígenas en la Vía Láctea.

Carl le pidió ayuda a papá para elaborar el mensaje mientras ambos estaban en San Juan, Puerto Rico, por una reunión de la Sociedad Astronómica Estadounidense. Papá recuerda que, en el vestíbulo del San Gerónimo Hilton, a él y a Carl rápidamente se les ocurrieron ideas sobre qué incluir, como líneas que retrataran humanos, una ilustración de la nave espacial y luego, "en el momento siguiente, dimos con la idea de un mapa galáctico que señalara la ubicación de la Tierra en el espacio".

Papá diseñó ese mapa que, en 1972, voló al espacio a bordo de la *Pioneer 10*. Al año siguiente se lanzó la *Pioneer 11*, que llevaría el mapa más allá de Saturno y hacia las estrellas. Luego, en 1977, las dos naves *Voyager* dejaron la Tierra con la guía de papá para encontrar nuestro planeta, que está grabada en la portada del "disco de oro". La manera en la que papá diseñó el mapa significa que dirige hacia la Tierra tanto en el espacio como en el tiempo, lo que lo convierte en un sistema de posicionamiento galáctico (otro tipo de GPS) en cuatro dimensiones.

En ese momento, a papá y a Carl no les preocupaba que los alienígenas que encontraran su mensaje en una botella pudieran ser de la variedad maligna.

CÓMO SE HIZO EL MAPA

Obviamente nuestro vecindario galáctico no tiene señales de tránsito, y elaborar un mapa que apunte a un planeta entre los miles (y miles) de millones de mundos que pueblan la Vía Láctea no es tarea fácil.

Encontrar la Tierra significa encontrar el sistema solar, y el Sol es bastante ordinario. En realidad no hay manera de distinguirlo de los otros varios cientos de miles de millones de estrellas en la galaxia, cada uno de los cuales traza su propia ruta alrededor del centro galáctico y cambia lentamente su ubicación relativa a sus vecinos. Ese forcejeo estelar significa que las constelaciones que salpican los cielos terrestres no serán las mismas en nuestro futuro cercano, así como tampoco las estrellas se alinean en las mismas configuraciones reconocibles desde cualquier otro lugar del vecindario solar. De hecho, en alrededor de 2000 años, Polaris ya no será la Estrella del Norte, así como no era la Estrella Polar para los antiguos observadores de los cielos egipcios, babilónicos y chinos.

¿Qué hacer, entonces? Aunque puede que las estrellas normales con motores nucleares que giran en su interior no tengan huellas dactilares distintivas, papá se dio cuenta de que los púlsares –los cadáveres de estrellas que alguna vez fueron más grandes que el Sol– son potencialmente identificables en tanto únicos. Descubiertos en 1967, los púlsares rotan muy rápido, a menudo cientos de veces por segundo. Mediante radiotelescopios potentes, los astrónomos pueden medir con precisión extrema la velocidad a la que rotan los púlsares, lo que significa que cada una de estas reliquias estelares giratorias plasma su propia firma en el espacio. Papá eligió 14 púlsares que podían triangular la posición de la Tierra, y codificó información sobre sus periodos de rotación en el mapa.

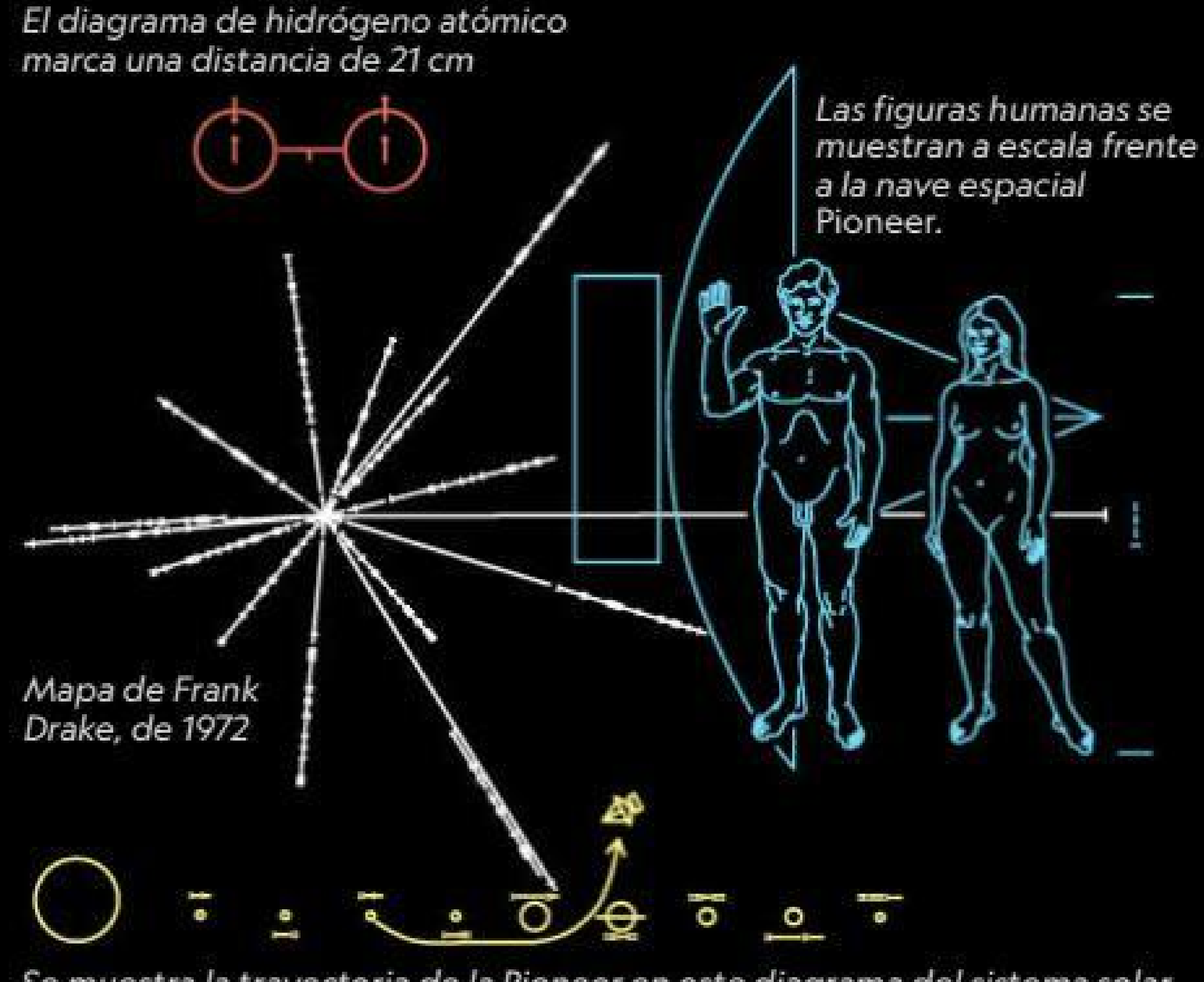
NO ES TU MAPA DE TODOS LOS DÍAS

De manera apropiada, el mapa de púlsares de papá (extrema der., arriba) parece un asterisco sofisticado, una explosión radial de líneas con marcas de identificación que se intersecan en la ubicación de nuestro sistema solar. En breve, así es como funciona el mapa: cada una de las líneas conecta la Tierra con un púlsar. Las marcas de identificación son números binarios que revelan los periodos de rotación del púlsar (en el momento en el que se diseñó el mapa), y las longitudes de las líneas son aproximadamente proporcionales a la distancia. Algunos de los púlsares que aparecen en el mapa de papá se encuentran en el centro de nebulosas espectaculares creadas durante las formaciones violentas de los púlsares. En teoría, cualquier civilización lo suficientemente aguda para detectar y capturar una discreta nave interestelar sabría sobre púlsares. Y, al embonar los periodos de rotación en el mapa con los señalamientos estelares en el cielo, los alienígenas podrían encontrar el camino a la Tierra de manera relativamente fácil.

Además, debido a que la energía que vemos de los púlsares proviene de su rotación y, con el tiempo, se ralentizan, el mapa de papá también apunta a la Tierra en la cuarta dimensión. Mediante el cálculo de la diferencia entre los periodos de rotación observados y codificados –una diferencia que será aparente luego de miles de años– los alienígenas podrían descifrar hace cuánto tiempo se hizo el mapa.

DARLES NUESTRA DIRECCIÓN A LOS ALIENÍGENAS

Para ayudar potencialmente a los extraterrestres a que localicen la Tierra, este diagrama (abajo) fue enviado al espacio en 1972, junto con la *Pioneer 10*. Esa nave sigue su viaje a las estrellas, pero el tiempo y el espacio hacen de las coordenadas cósmicas que lleva algo obsoleto. El mapa se vuelve cada vez menos confiable conforme la galaxia rota y nuestro sol y sus puntos de referencia –púlsares, los núcleos giratorios de estrellas colapsadas– cambian sus posiciones relativas. Así que un astrónomo, Scott Ransom, propone un nuevo mapa (p. 19) para compensar esas debilidades.



Se muestra la trayectoria de la Pioneer en este diagrama del sistema solar

Señalamientos estables

Si un púlsar pequeño y denso se acopla con otra estrella, este le chupa materia y energía a su compañera, lo que acelera la ya rápida rotación del púlsar. Con hasta 43 000 rotaciones por minuto, la radiación parece pulsar y actúa como un faro. Este sistema es un señalamiento confiable para mapear dentro de la Vía Láctea.



Regla universal

Nuestra medición del tiempo y la distancia no les sería familiar a los alienígenas. El hidrógeno es entonces una buena alternativa universal. Cuando un electrón de hidrógeno cambia la dirección de su espín, emite una onda de radio con una longitud de onda de unos 21 centímetros, la distancia que la luz recorre en 0.7 nanosegundos.

0°

VÍA

30°

BRAZO EXTERIOR

BRAZO 3 KPC LEJANO

El núcleo brillante de la Vía Láctea está compuesto por incontables estrellas y polvo iluminado que se arremolinan alrededor de un agujero negro masivo.

NÚCLEO

Terzan 5
19 200 AL

BRAZO 3 KPC CERCANO

60°

10 000 años-luz

Cúmulo de Hércules
23 100 años-luz (AL) del Sol

BRAZO DE ESCUDO-CENTAURO

AQUÍ ESTAMOS
SISTEMA SOLAR

20 000

BRAZO DE SAGITARIO

J2043+1711
4500 AL

sobre el plano galáctico

90°

Sobre los púlsares

Después de una supernova –explosión titánica de una estrella masiva– el núcleo de la estrella puede volverse increíblemente denso. Se le llama “púlsar” si empieza a rotar y emite ondas de radio que parecen pulsar intermitentemente como un faro.

30 000

BRAZO DE PERSEO

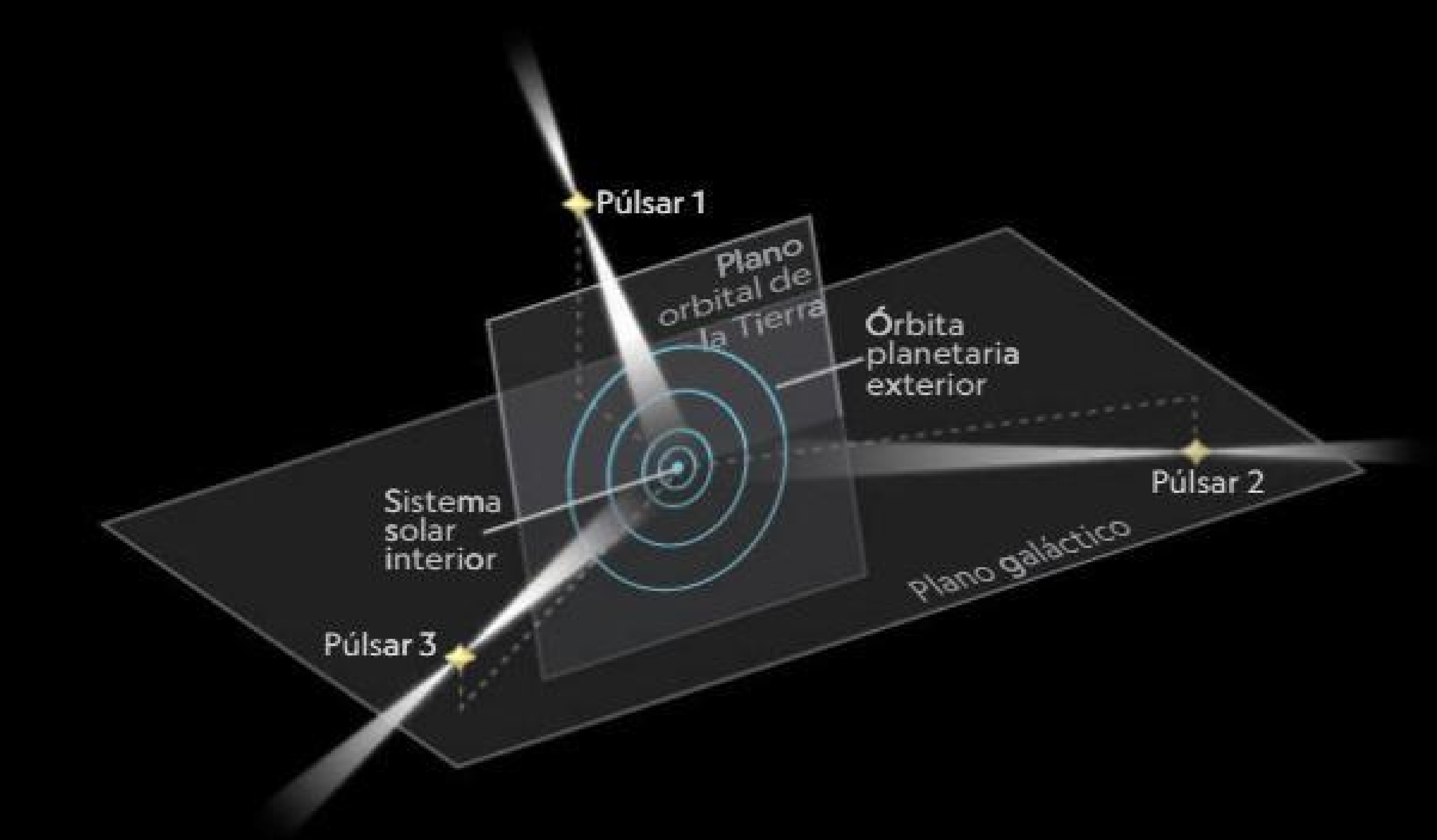
120°

40 000 años-luz

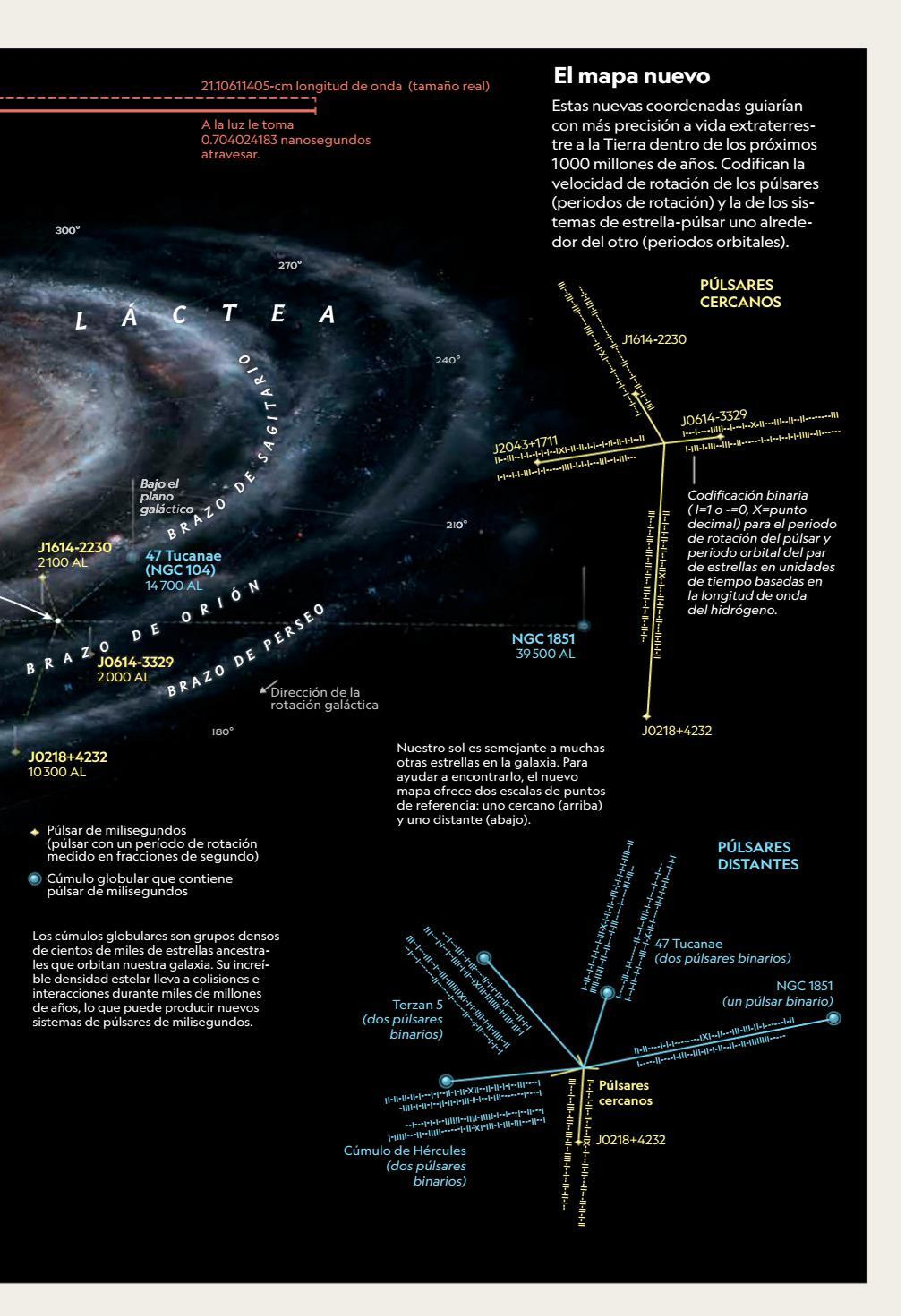
150°

Sistema de posicionamiento galáctico

Muy parecido a cómo funciona en la Tierra el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), estos faros galácticos podrían proveer un mapa hacia el Sol. Al identificar estos púlsares específicos (der.) y lo mucho que sus espines han cambiado, se revela la posición del Sol, y la Tierra está ahí muy cerca.



MATTHEW W. CHWASTYK, DIANA MARQUES (NGM); SEAN MCNAUGHTON; NUEVO MAPA DE PÚLSARES: SCOTT RANSOM; VÍA LÁCTEA: ANTOINE COLLIGNON. FUENTES: CENTRO DE VUELO ESPACIAL GODDARD DE NASA; OBSERVATORIO NACIONAL DE RADIOASTRONOMÍA DE ESTADOS UNIDOS; CENTRO DE ASTROFÍSICA HARVARD-SMITHSONIAN



El mapa nuevo

Estas nuevas coordenadas guiarían con más precisión a vida extraterrestre a la Tierra dentro de los próximos 1000 millones de años. Codifican la velocidad de rotación de los púlsares (periodos de rotación) y la de los sistemas de estrella-púlsar uno alrededor del otro (periodos orbitales).

Nuestro sol es semejante a muchas otras estrellas en la galaxia. Para ayudar a encontrarlo, el nuevo mapa ofrece dos escalas de puntos de referencia: uno cercano (arriba) y uno distante (abajo).

Los cúmulos globulares son grupos densos de cientos de miles de estrellas ancestrales que orbitan nuestra galaxia. Su increíble densidad estelar lleva a colisiones e interacciones durante miles de millones de años, lo que puede producir nuevos sistemas de púlsares de milisegundos.

TODO QUEDA EN FAMILIA: UNA HISTORIA DE AMOR

Hace varios años, sucedieron dos cosas significativas. Encontré el mapa original de los púlsares trazado a lápiz, doblado y metido con descuido en una caja de tomates en el clóset de mis padres; y yo me involucré con un escalador llamado Scott Ransom, uno de los astrónomos de púlsares más prolíficos del mundo.

En Mansfield, Ohio, Scott había estado pensando en las *Voyagers*, el "disco de oro" y el mapa de púlsares desde que tenía 10 años y veía el programa de televisión *Cosmos*, de Carl Sagan. Algunos años y un doctorado en Astronomía después, se dio cuenta de que el mapa de papá tenía una fecha de caducidad cercana. Su talón de Aquiles es la misma cualidad que permite ubicar a la Tierra en el tiempo: los púlsares se ralentizan, y los que había elegido papá (de los pocos conocidos en ese momento) se desvanecerían y desaparecerían al cabo de algunos millones de años, unos milenios más, unos milenios menos.

Por coincidencia, Scott se había puesto a hacer un mapa de púlsares nuevo, más preciso y con mayor vigencia, incluso antes de que nos fuéramos a vivir juntos. Hoy escribo las palabras que cuentan nuestras historias y Scott realiza trabajo cartográfico importante, como elegir púlsares y derivar sus códigos binarios.

UN NUEVO Y MEJOR MAPA A LA TIERRA

El nuevo mapa de Scott es un GPS para todos los tiempos. Navega hacia la Tierra utilizando púlsares tanto dentro como fuera de la Vía Láctea, con un giro.

En vez de los púlsares más ordinarios que eligió papá, el nuevo mapa emplea púlsares de milisegundos, que rotan más rápido, duran más y tienen compañeros orbitales que también están muertos. Estos púlsares binarios ofrecen un segundo juego de identificadores: el periodo orbital del sistema, el cual no cambia en miles de millones de años. Y, de manera decisiva, los púlsares de milisegundos envejecen mucho más lento que los que están en el mapa de papá, lo que significa que a sus giros les tomará mil veces más tiempo volverse irreconocibles.

Además, Scott incluyó otra serie de señalamientos: púlsares en cúmulos globulares que orbitan la galaxia. Aglomeraciones ancestrales de estrellas que son más antiguas que la Vía Láctea, los cúmulos globulares son espectaculares y misteriosos, y son la verdadera fábrica de púlsares de milisegundos. Al incluir señalamientos en estos cúmulos fuera de la Vía Láctea, el mapa de Scott permite que la Tierra pueda ser descubierta durante miles de millones de años, aun luego de que las estrellas de la Vía Láctea hayan orbitado alrededor del núcleo galáctico muchas veces, cambiando sus posiciones y desapareciendo constelaciones. Y a papá, conste, eso le parece espectacular.

HE AQUÍ LA CUESTIÓN FUNDAMENTAL QUE NO DETUVO NI A CARL NI A PAPÁ: ¿ES UNA BUENA IDEA MANDAR AL AZAR NUESTRA DIRECCIÓN AL COSMOS?

PERO ANTES, ALGUIEN TIENE QUE LEERLO

El mapa de papá, por supuesto, sigue ahí, pero las posibilidades de que las *Pioneers* o *Voyagers* que lo llevan sean interceptadas son casi nulas. Aunque las cuatro naves están en trayectorias interestelares, el espacio es grande, y los próximos sistemas estelares en el horizonte están a muchos miles de años de distancia. Además, las naves son diminutas y quedarán en total silencio dentro del próximo par de décadas, lo que las hará extremadamente difíciles de detectar.
Y por lo que respecta al envío del nuevo mapa: no hay envíos de sondas espaciales como las *Voyagers* programadas para lanzarse en un futuro próximo. Pero si este mapa consiguiera un aventón más allá de nuestro sistema solar, y si fuera interceptado y analizado por alienígenas inteligentes, el mapa debería resultarles bastante fácil de leer y seguir.

Eso genera todo tipo de preguntas: ¿tendrían los extraterrestres a esas distancias los medios para llegar a la Tierra? De ser así, ¿y si no vienen en son de paz? ¿Y si tienen hambre y están enojados? ¿Y si no son vegetarianos?

He aquí la cuestión fundamental que no detuvo ni a Carl ni a papá: ¿es una buena idea mandar al azar nuestra dirección al cosmos? Hoy, algunas personas no tendrían reservas, dado que las transmisiones terrícolas ya se filtran al espacio y, al viajar a la velocidad de la luz, son detectables por cualquiera con un radiotelescopio decente que viva dentro de un radio de 100 años luz de aquí. Otros, quizá con mayor cautela, se esperarían a anunciar nuestra presencia hasta saber que los extraterrestres tienen buenas intenciones. ▫

Bios, *verbatim*

De **Nadia Drake:** "Escribo para *National Geographic* y me encanta perderme en las selvas llenas de bichos de la Tierra (y luego encontrar mi camino a casa)". De **Scott Ransom:** "Soy astrónomo en el Observatorio Nacional de Radioastronomía de EUA y de la Universidad de Virginia; me encantan los púlsares, los mapas, los códigos y Nadia".

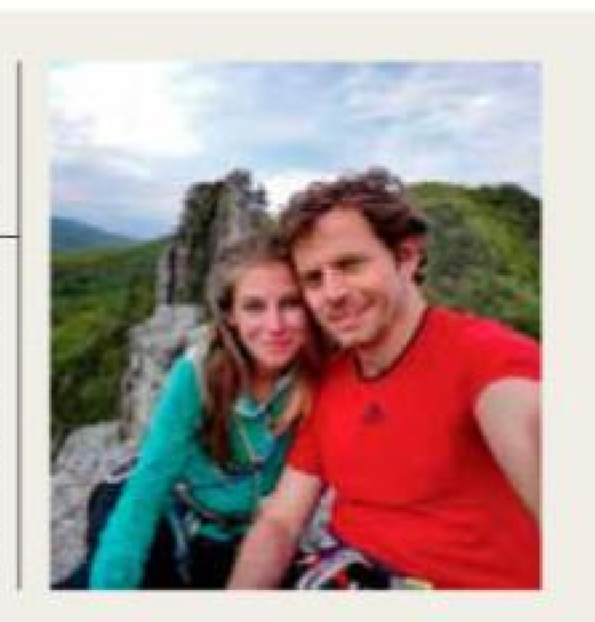


FOTO: SCOTT RANSOM

ENVÍOS DESDE LA VANGUARDIA DE LA CIENCIA Y LA INNOVACIÓN

Un regalo envuelto en tejido

Con la sangre y las células del corazón extraídas, queda una estructura de materia conectiva (izq.). Doris Taylor, del Texas Heart Institute, suministra células madre, oxígeno y sangre a un "corazón fantasma" mientras crece tejido nuevo. El equipo ha cultivado más de 100 corazones de prueba y espera crear otros adecuados para trasplantes en un futuro próximo. —PATRICIA EDMONDS



RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS

LOS SONIDOS SANAN CORALES ENFERMOS

UNA BANDA SONORA DE CRIATURAS MARINAS ATRAE PECES PARA REPOBLAR ARRECIFES DAÑADOS.

LOS ARRECIFES DE CORAL SANOS son muy ruidosos. "El chasquido de camarones y los ululatos y resoplidos de los peces se combinan para formar un paisaje sonoro biológico y deslumbrante" que atrae peces juveniles en busca de un lugar para asentarse, dice el biólogo marino Steve Simpson. Cuando un arrecife se degrada, los habitantes desaparecen y se vuelve "fantasmalmente silencioso –asegura–. Pero al usar altavoces para restaurar este paisaje sonoro perdido, podemos atraer peces jóvenes de nuevo". En 2017, Simpson y su equipo colocaron altavoces en la Gran Barrera de Coral de Australia, justo tras un blanqueamiento masivo, para ver si los sonidos de un arrecife sano podrían repoblar uno dañado. Luego de seis semanas, el doble de peces se asentó en los parches blanqueados donde se reproducía el sonido, comparado con aquellos donde no se reproducía ninguno, según el estudio publicado en *Nature Communications*. "Los peces son cruciales para que los arrecifes de coral sean ecosistemas sanos –dice el biólogo marino Tim Gordon, autor principal del estudio–. Atraer poblaciones de esta manera podría ayudar a poner en marcha procesos de recuperación natural". —ANNIE ROTH

SIMBIOSIS

Morder hace florecer a las plantas

Los abejorros obligan a las plantas a florecer al morder sus hojas: un descubrimiento que podría ayudar a mejorar la agricultura. Cuando los abejorros europeos comunes y sus larvas emergen en primavera, todo lo que comen es polen. Los científicos hallaron recientemente que, si las plantas no florecen, las abejas las muerden para realizar incisiones que, de alguna manera, aceleran la llegada de las flores y su polen. Cuando los científicos intentaron imitar las marcas, las plantas florecieron antes, pero no tan pronto como lo hicieron con las abejas.

—VIRGINIA MORELL





FOTOS (DESDE ARRIBA): TEXAS HEART INSTITUTE; HARRY HARDING; HANNIER PULIDO, CORTESÍA DE MORAES Y LABORATORIOS MESCHER



REPORTE ESPECIAL SOBRE LA PANDEMIA

NATIONAL GEOGRAPHIC | VOL. 47 NÚM. 4

CÓMO AFECTA A LOS ANIMALES

MIENTRAS LA CUENTA HUMANA de casos de COVID-19 ha aumentado, aquellos en animales aún son novedad. Cuando esta edición se fue a la imprenta, las especies afectadas se podían contar con la mano: leones, tigres, gatos domésticos, perros y visones. Las mascotas contrajeron el virus de sus dueños; los grandes felinos, probablemente de un cuidador asintomático, y el visón, tal vez de trabajadores de granjas peleteras u otros animales infectados.

El virus es zoonótico (de origen animal), pero ocasiona una enfermedad fundamentalmente humana, según el virólogo Diego Diel, del Centro de Diagnóstico de Salud Animal de la Universidad de Cornell. Si el virus que propagan los humanos fuera una amenaza significativa para la salud animal, dice, a estas alturas ya lo sabríamos.

No existe evidencia de que las mascotas puedan transmitir el virus a los humanos, pero tampoco hay pruebas generalizadas con animales. "¿Examinamos a todos los gatos y perros con síntomas respiratorios? Quizá lo haremos en 12 meses –añade la microbióloga Shelley Rankin, de la Universidad de Pensilvania–. Solo hemos hecho eso antes cuando hay un vínculo directo con la salud humana".

Solo los estudios experimentales *in vivo*, amplía Diel, podrían determinar qué tan susceptibles son las diferentes especies a contraer, transmitir o enfermarse del virus.

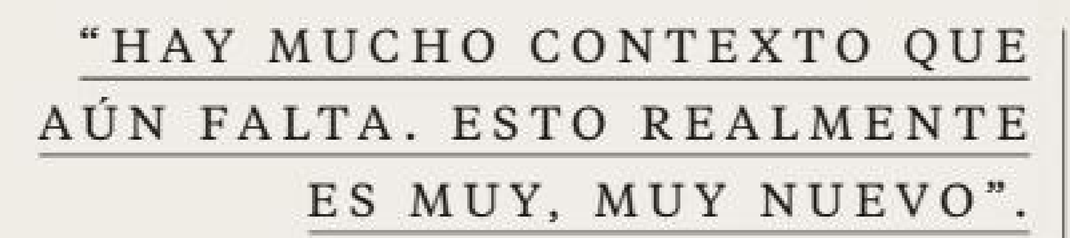


1

Tigre, primicia mundial
En abril, *Nadia*, una tigresa de cuatro años del Zoológico del Bronx, en Nueva York, fue el primer animal no domesticado del mundo que contrajo el virus. Luego, otros cuatro tigres del zoológico dieron positivo. Tenían tos; eso y los jadeos eran síntomas comunes en los animales.

2

Riesgo en gatos
Se sabe que los gatos son susceptibles a los coronavirus, y varios domésticos en Europa, Asia y Estados Unidos han dado positivo al virus. Todos menos uno pertenecían a personas contagiadas por la COVID-19, enfermedad que causa el virus. El otro era un gato que escapó en una zona afectada.



"HAY MUCHO CONTEXTO QUE AÚN FALTA. ESTO REALMENTE ES MUY, MUY NUEVO".

—Shelley Rankin, microbióloga de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad de Pensilvania

2

3

4

5

3

Visones infectados
En varias granjas de piel en los Países Bajos, España y Dinamarca, el visón dio positivo por el virus que causa la COVID-19. En respuesta, cientos de miles de visones en las granjas afectadas fueron sacrificados y los Países Bajos cerraron su industria agrícola de visones de forma permanente.

4

Leones recuperados
Tres leones en el Zoológico del Bronx dieron positivo. Laboratorios veterinarios de la Universidad de Cornell, la de Illinois y un laboratorio federal confirmaron los resultados en muestras fecales. Se cree que ocho leones y tigres fueron infectados por un trabajador asintomático, y ya se han recuperado.

5

Variaciones en perros
En junio, un pastor alemán, *Buddy*, se convirtió en el primer perro en Estados Unidos en dar positivo; otros también. *Buddy* murió en julio, tal vez de linfoma. Su caso plantea dudas sobre si algunos animales con enfermedades subyacentes, como el cáncer, pueden ser más susceptibles.

JOEL SARTORE, NATIONAL GEOGRAPHIC PHOTO ARK (TIGRE, VISÓN, LEÓN); AUSCAPE/UNIVERSAL IMAGES GROUP VIA GETTY IMAGES (GATO); ALVAREZ/GETTY IMAGES (PERRO)

INNOVADOR

RIAAN RIFKIN

POR THERESA MACHEMER FOTOGRAFÍA DE MARK THIESSEN



Él analiza el ADN de patógenos prehistóricos.

De adolescente, el bioarqueólogo Riaan Rifkin pasó las vacaciones explorando un asentamiento de la Edad del Hierro cerca de su casa, al norte de Pretoria, Sudáfrica. Enganchado en la persecución, hoy Rifkin busca artefactos mucho más pequeños de la vida prehistórica: el ADN de patógenos antiguos.

"Imagina vivir en una cueva hace cinco, 10 o 100 000 años –dice–. Nunca aspiraste ni barriste, así que cada comida que ingeriste, cada visitante que tuviste, todo lo que hacías en la cueva dejó fragmentos de ADN en el sedimento".

Con la agricultura y la ganadería, en la Edad de Piedra aumentaron enfermedades como el sarampión, que se propagaron en multitudes. Otras, como la malaria transmitida por mosquitos, son anteriores a los asentamientos humanos. Estudiar los orígenes de las enfermedades podría ayudar a prevenirlas hoy.

Los humanos antiguos aprendieron a combatir los males de su época. Hace unos 50 000 años, los habitantes de las cuevas dormían sobre hierbas aromáticas con propiedades insecticidas para alejar garrapatas y pulgas. Los nómadas trasladaban sus asentamientos cada pocas semanas antes de que las plagas portadoras de enfermedades cayeran sobre ellos. Hoy día, las mujeres himbas del sur de África cubren sus cuerpos con grasa y ocre rojo, una tradición cultural importante que también actúa como protector solar y repelente de insectos.

"Hemos reconstruido genomas bacterianos antiguos, de hace unos 2500 años, a partir de muestras sudafricanas –añade Rifkin–. Creo que, dentro de una década, más o menos, podremos llevar esto hacia atrás y más allá".

¿QUÉ ARRIESGARÍAS POR UNA VIDA MEJOR?

DE LOS CREADORES DEL DOCUMENTAL NOMINADO AL PREMIO DE LA ACADEMIA® *RESTREPO*

SEBASTIAN JUNGER Y NICK QUESTED

SANGRE EN EL MURO

ESTRENO DOMINGO 25, 9PM



REIMAGINAR LOS

DINOSAURIOS

Mediante técnicas científicas innovadoras y una gran cantidad de fósiles recién descubiertos, los paleontólogos reescriben lo que sabemos sobre esas bestias ancestrales, desde el color de su piel y plumas hasta cómo se criaban, vivían y evolucionaron.

POR **MICHAEL GRESHKO**

FOTOGRAFÍAS DE **PAOLO VERZONE**

PINTURAS DE **DAVIDE BONADONNA**
ILUSTRACIONES GRÁFICAS DE **GABRIEL UGUETO**



Hace unos 166 millones de años en lo que hoy es Oxfordshire, Inglaterra, el suelo tembló con las pisadas del primer dinosaurio descrito científicamente, el *Megalosaurus*. Cuando este animal fue esculpido para el Crystal Palace Park de Londres, en los años cincuenta del siglo XIX, el artista siguió pistas de los cocodrilos modernos. Hoy se sabe que ese dinosaurio era bípedo.



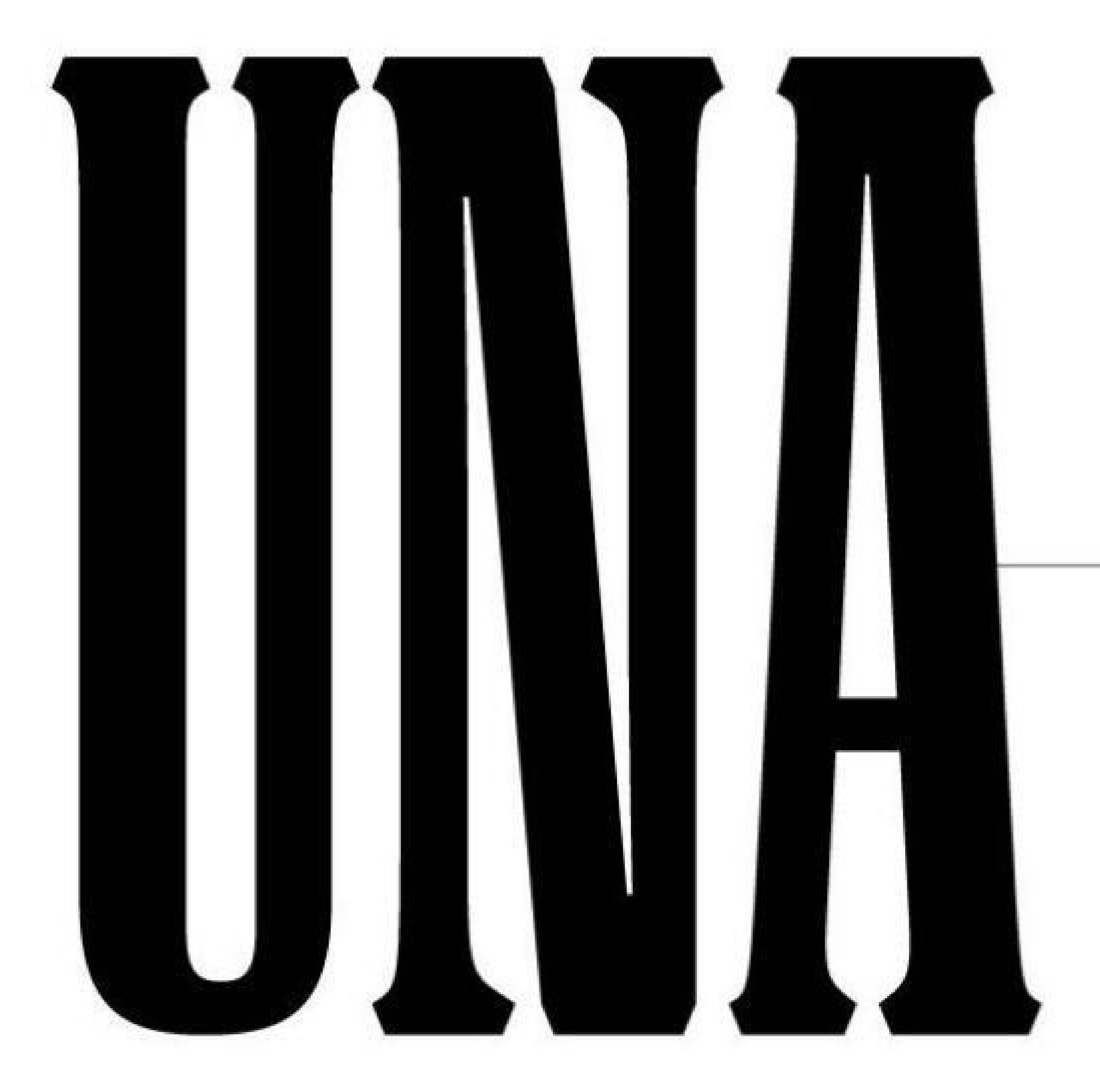
Palas y picos trabajan en el Sahara marroquí, donde un equipo de paleontólogos, estudiantes y excavadores expertos buscan fósiles del dinosaurio *Spinosaurus aegyptiacus*. Los huesos encontrados en este sitio revelan que el *Spinosaurus* tenía una cola hecha para la propulsión acuática, la primera que se encuentra en un dinosaurio depredador grande.




CAUTION
CAUTION



Por más de dos décadas, una serie de cadáveres congelados ha pasado por los escáneres de TC del O'Bleness Hospital, en Ohio, incluido este cocodrilo siamés. Lawrence Witmer, paleontólogo de la cercana Universidad de Ohio, utiliza escaneos de animales modernos para reconstruir e interpretar la anatomía interna de criaturas extintas.



Este *Mantellisaurus*, hallado en 1914 y exhibido en el Museo de Historia Natural de RU, fue clasificado como *Iguanodon* antes de ser reconocido con su propio género en 2007. Con cerca de 125 millones de años de antigüedad, es uno de los esqueletos fósiles de dinosaurio más completos encontrados en RU.

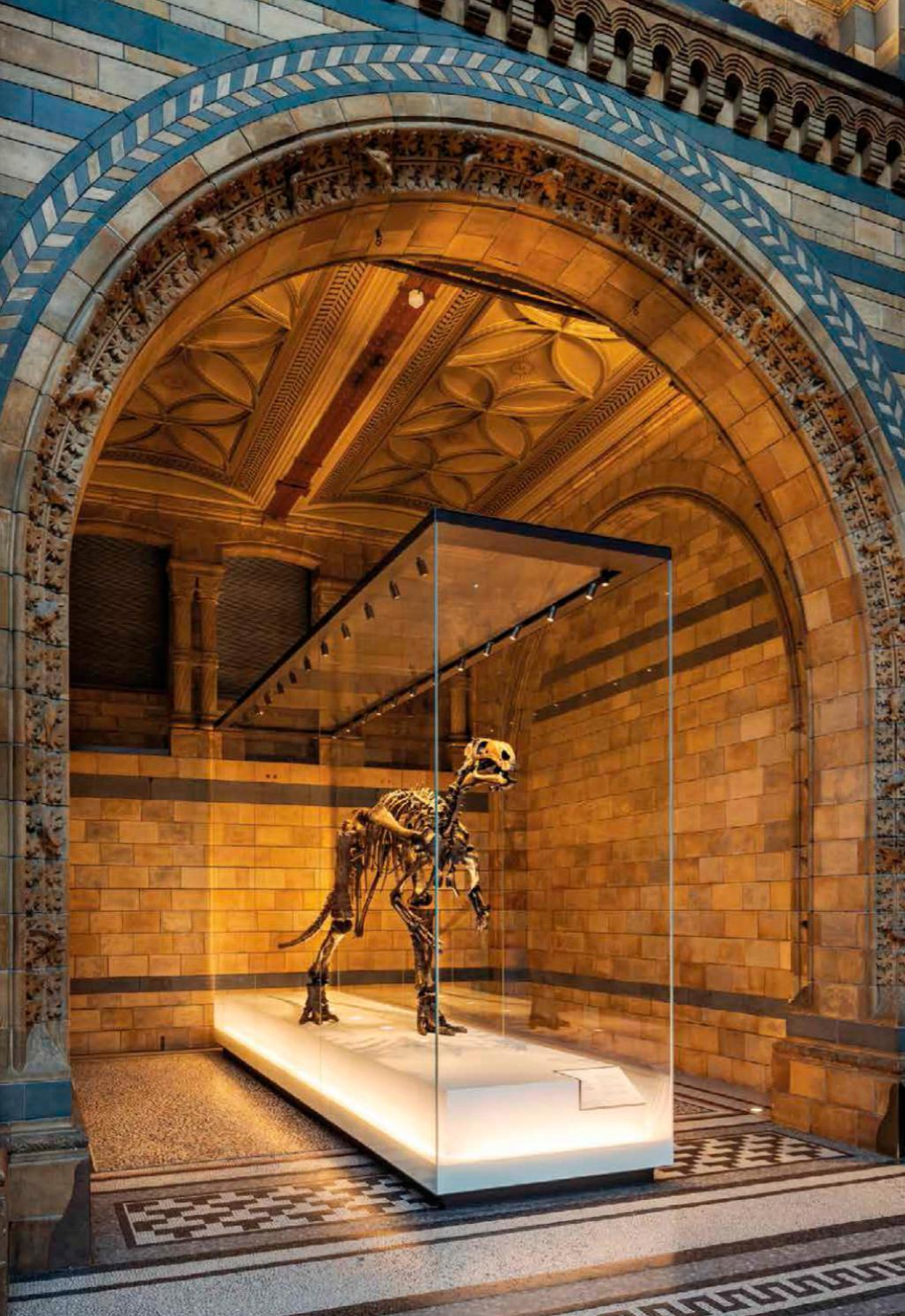
tarde fría de enero, Susannah Maidment está en la orilla de un lago de Londres y mira desde arriba un grupo de dinosaurios.

Maidment, curadora en el Museo de Historia Natural del Reino Unido, vino conmigo a visitar el Crystal Palace Park, que en 1854 incluyó la primera muestra pública de dinosaurios en el mundo. Las esculturas fueron un éxito total cuando las develaron y desataron la dinomanía que ha pervivido desde entonces entre nosotros. Más de un siglo antes de *Parque Jurásico*, los dinosaurios del Crystal Palace atrajeron dos millones de visitantes al año durante tres décadas consecutivas, y Charles Dickens hizo referencia a uno en su novela *Casa desolada*.

Para ofrecernos una mirada detallada de estos monumentos de 166 años, Ellinor Michel y Sarah Jayne Slaughter, fideicomisarias de la organización no lucrativa de Crystal Palace Dinosaurs, nos guían hacia los bordes del lago, donde nos ponemos botas de pescador para cruzar. Calculo mal mi primer paso y me caigo al agua, me trepo en la orilla de la isla, empapada y con olor a porquería de estanque. "¡Bienvenidos a Isla Dinosaurio!", exclama Slaughter, con una sonrisa de oreja a oreja.

Escondidas entre helechos y lechos esponjosos de musgo, las esculturas verde pálido son imponentes, incluso imperiosas. Los dos iguanodontes del parque, un herbívoro del Cretácico, parecen iguanas gigantes con protuberancias en los hocicos, las cuales hoy los científicos saben que eran espinas en los pulgares. Es tentador descartar el montaje como obsoleto o como cosas de cintas de serie B, pero Maidment ve los dinosaurios de Crystal Palace por lo que son en realidad: el lado más filoso del conocimiento científico de la época, basado en comparaciones entre animales vivos y los pocos fósiles disponibles para los investigadores.

Los científicos todavía usan esta técnica para recrear a los animales fantásticos, llenan los huecos blandos en fósiles gastados por el tiempo.





Los huesos no preservan la evidencia de mejillas en rostros ancestrales, dice Maidment cuando nos detenemos entre dos estatuas, “pero los reconstruimos como si estuvieran ahí porque funciona: los animales de hoy tienen mejillas”. Los escultores del parque utilizaban el mismo proceso, comenta. “Era completamente razonable que los reconstruyeran así a partir de lo que sabían”.

En los casi dos siglos que han pasado desde entonces, los científicos han aprendido mucho más sobre los dinosaurios que los constructores del Cristal Palace Park pudieran haber soñado. Hoy nuestro entendimiento presencia otra revolución, una que nos obliga a repensar visiones populares de estos animales ancestrales.

Por varios años, los científicos han descubierto un promedio de unas 50 especies nuevas de dinosaurio al año, un ritmo impensable hace décadas. La colección actualizada va desde voladores diminutos con alas de murciélago hasta herbívoros de cuello largo que fueron los seres más grandes que han existido. Escáneres médicos, aceleradores de partículas y análisis químicos permiten que los investigadores separen las rocas

del hueso de manera virtual y vean las características escondidas más minúsculas de los fósiles. Cuando se trata de descubrimientos de dinosaurios, "genuinamente creo que su era dorada es hoy", afirma el paleontólogo de la Universidad de Edimburgo, Steve Brusatte.



Además de presentar exhibiciones, los museos protegen y estudian una gama de fósiles. El de Historia Natural de RU conserva los únicos huesos conocidos del *Adratiklit*, el estegosaurio más antiguo encontrado. En 2019, un equipo dirigido por la curadora Susannah Maidment lo declaró un género nuevo, basado en parte en la pata que sostiene.

ES ADECUADO que los dinosaurios sean tan persistentemente cautivadores. Durante 150 millones de años dominaron los paisajes por toda la Tierra antigua y vivieron en lo que hoy son todos los continentes.

Brusatte y otros estiman que los científicos han catalogado más de 1100 especies de dinosaurios extintos, y eso es solo un subconjunto de las que una vez vivieron, porque la fosilización ocurrió solo en unos pocos entornos. Su historia prosigue hasta hoy. Cuando un asteroide azotó en la península de Yucatán, en el actual México, hace 66 millones de años, y arrasó con tres cuartos de la vida en la Tierra, un grupo de dinosaurios sobrevivió: las criaturas emplumadas que hoy llamamos aves.

La ciencia occidental ha estudiado los dinosaurios de manera formal apenas desde los años veinte del siglo XIX, pero lo que hemos aprendido revela mucho sobre cómo nuestro planeta siempre cambiante afecta a los animales terrestres.

A medida que los continentes se separaron y recombinaron –y las temperaturas y niveles del mar se elevaron y descendieron–, los dinosaurios persistieron. ¿Qué lecciones podemos aprender de sus respuestas y resiliencia? Contar una historia tan épica requiere de una cacería mundial de huesos de dinosaurios, y los paleontólogos entregan resultados como nunca antes.

Una de las regiones más ricas en lo que se refiere a nuevos hallazgos de fósiles es África del norte. A 41 grados Celsius en el Sahara marroquí, a cualquiera le puede costar trabajo imaginar que este paisaje alguna vez tuvo vías acuáticas exuberantes, pero el explorador de National Geographic Nizar Ibrahim y su equipo de paleontólogos han regresado a la región durante años en busca de uno de los dinosaurios más extraños que se han encontrado: un monstruo fluvial llamado *Spinosaurus aegyptiacus*.

El primer fósil de *Spinosaurus* fue descubierto en Egipto en la segunda década del siglo XX, pero fue destruido durante un bombardeo en Alemania, durante la Segunda Guerra Mundial. Aun así, notas de campo que sobrevivieron, bocetos y

01

Dos *Spinosaurus aegyptiacus* cazan el pez sierra *Onchopristis* en un sistema fluvial que cubría lo que hoy es Marruecos hace más de 95 millones de años.

FUENTE: NIZAR IBRAHIM, EXPLORADOR DE NATIONAL GEOGRAPHIC

QUÉ HAY DE NUEVO

Un hallazgo ofrece evidencia de que el Spinosaurus era mayormente acuático. Tenía una cola diseñada para la hidropropulsión, un centro de gravedad inclinado hacia adelante, bueno para nadar, y garras curvas más idóneas para atrapar presas en agua que caminar en tierra.

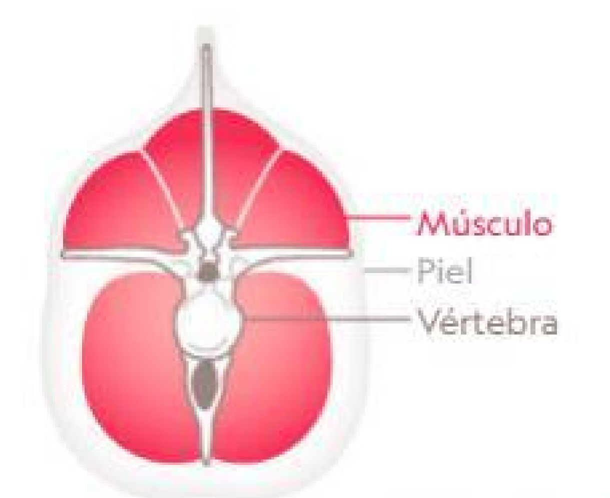


CÓMO SE MOVÍAN



CÓMO SE MOVÍAN

NADADORES Y VOLADORES



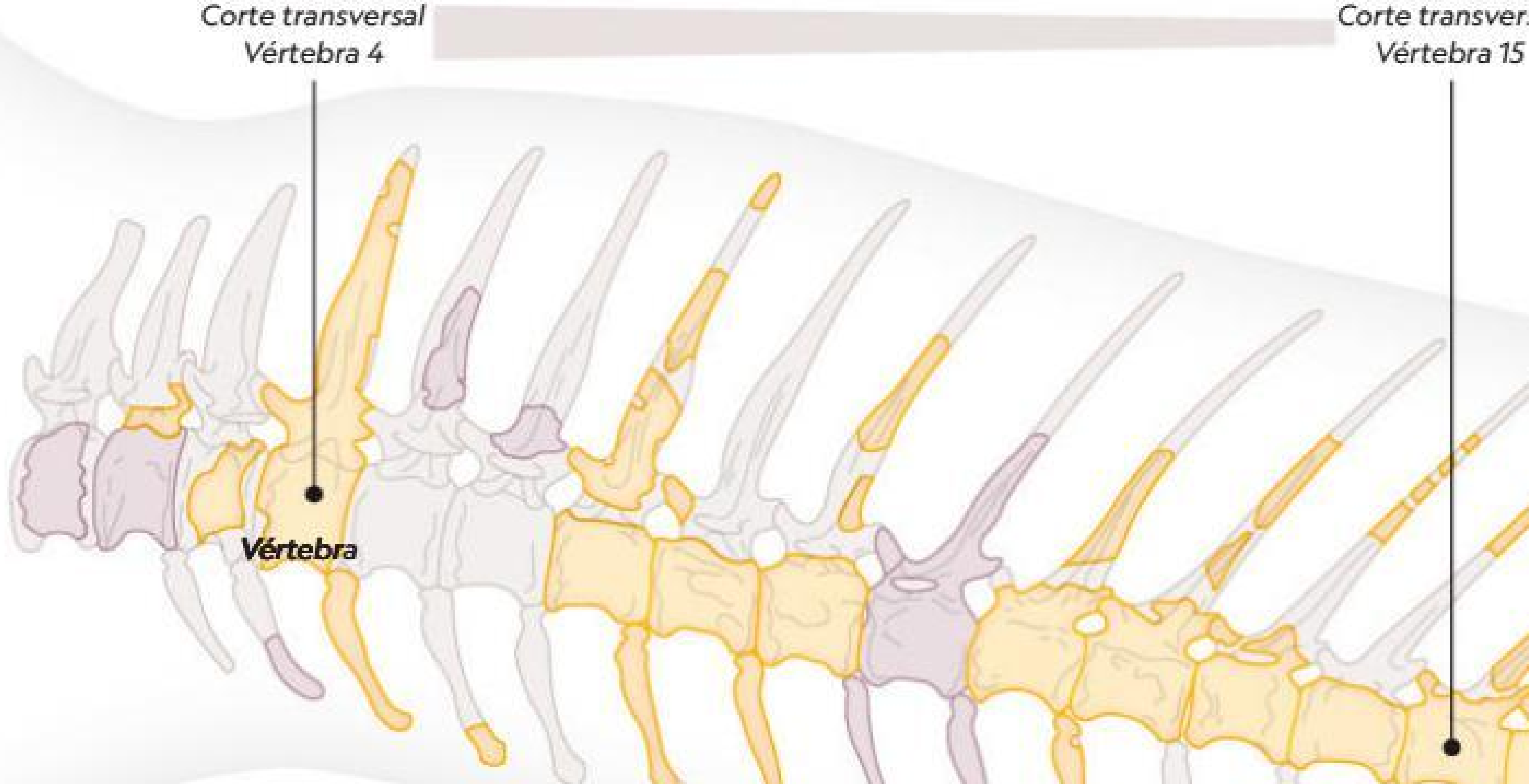
Corte transversal
Vértebra 4

ELONGACIÓN

Las vértebras se volvían más largas y delgadas hacia la punta de la cola, lo que le daba al apéndice longitud y altura adicionales para mayor flexibilidad y propulsión.



Corte transversal
Vértebra 15



Fósiles de cola de *Spinosaurus*, antes de 2015
Fósiles de la excavación de 2015
Fósiles de excavaciones de 2018

PRUEBA DE VUELO

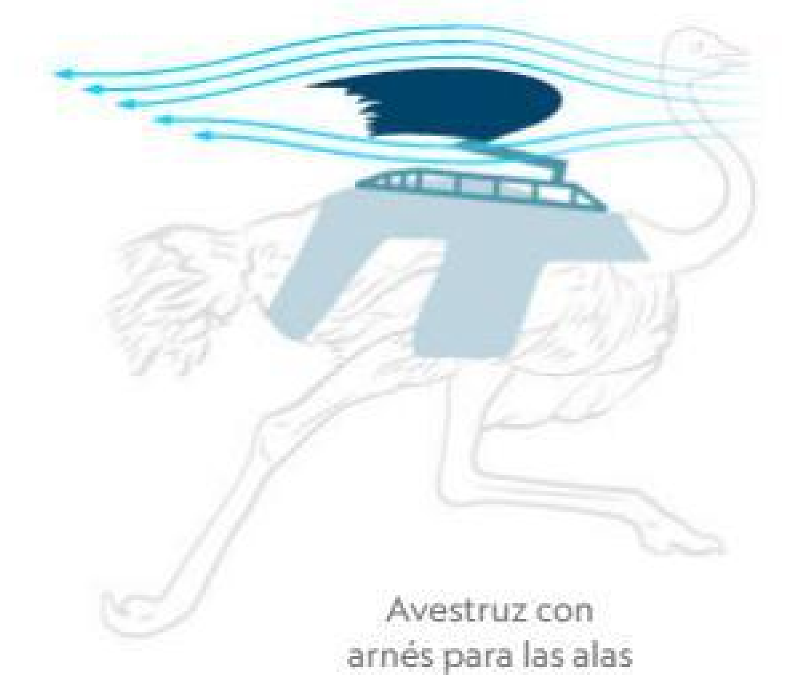
¿Los dinosaurios emprendían el vuelo desde el suelo, planeaban desde los árboles, o ambos? Los científicos usaron simulaciones por computadora, modelos robóticos e incluso animales actuales en múltiples experimentos.

Hacia arriba desde el suelo

Para estudiar los posibles orígenes del vuelo, los investigadores usaron un avestruz como doble del *Caudipteryx* para ver cómo utilizaba las alas para equilibrarse mientras corría. Equiparon al avestruz con alas mecánicas y sensores de fuerza para medir el movimiento de estas y sustentación.

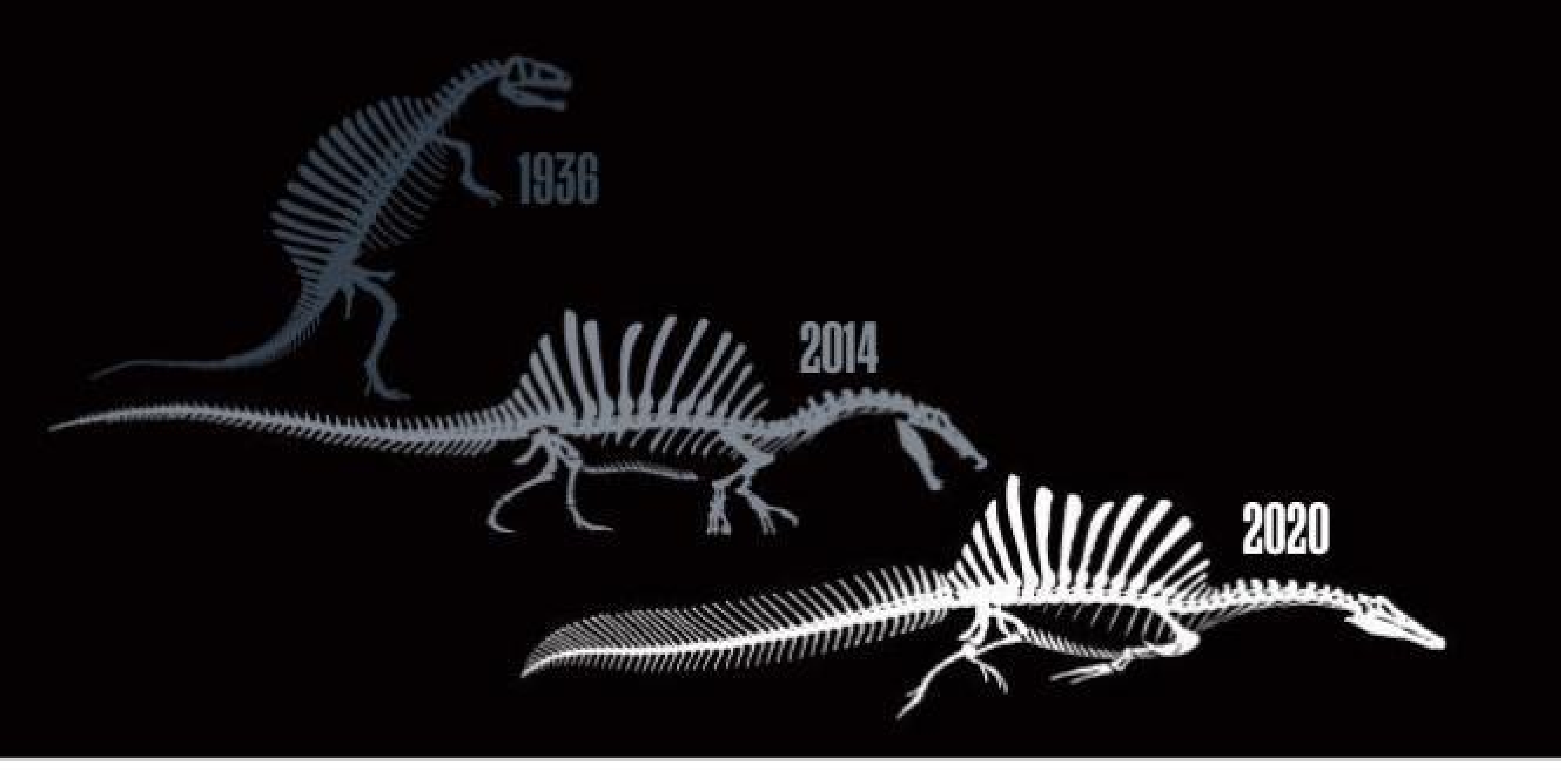


Caudipteryx



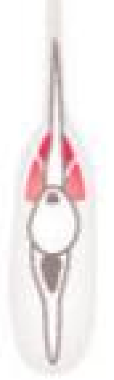
Avestruz con arnés para las alas

JASON TREAT (NGM); MESA SCHUMACHER. FUENTES: NIZAR IBRAHIM, EXPLORADOR DE NATIONAL GEOGRAPHIC; MICHAEL HABIB, MUSEO DE HISTORIA NATURAL DEL CONDADO DE LOS ÁNGELES; YASER TALORI *ET. AL.*, *COMPUTATIONAL BIOLOGY*, MAYO DE 2019; GARETH DYKE *ET. AL.*, *NATURE COMMUNICATIONS*, SEPTIEMBRE DE 2013



CÓMO HAN CAMBIADO NUESTRAS IDEAS

Antes de 2014, los paleontólogos solo tenían fragmentos de la cola del *Spinosaurus* y especulaban que era rígida, como la de otros terópodos. Conforme más fósiles salieron a la luz, el entendimiento de cómo se movía el dinosaurio cambió de que era terrestre a limícola a un nadador experto.



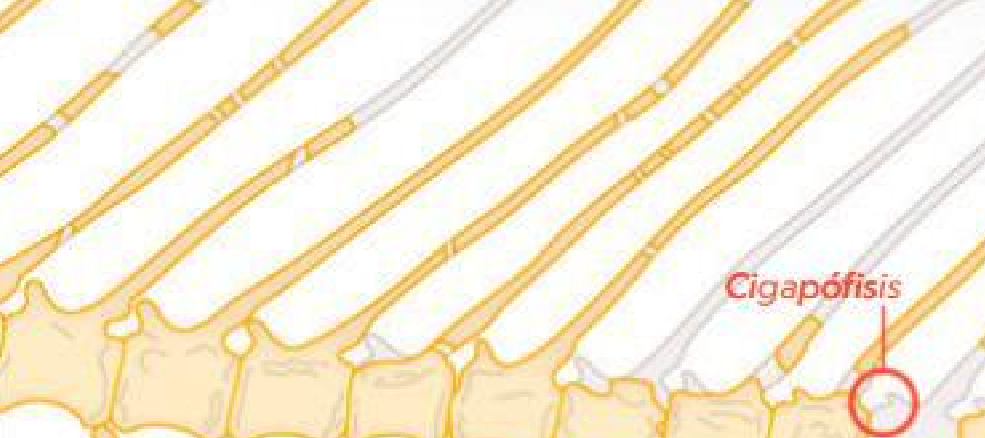
FLEXIBILIDAD LATERAL

A diferencia de las colas en otros terópodos, los salientes en las vértebras llamados cigapófisis son pequeños y apenas se traslapan. Esto permite que la cola se flexione lateralmente y actúe más como cadena flexible que varilla reforzada.

Corte transversal
Vértebra 31

COLA COMO REMO

Extensiones alargadas de hueso sobre y bajo la cola, llamadas espinas neurales y galones, le daban una superficie abundante. Esto ayuda con la propulsión y la dirección, lo que permite que la cola actúe como un timón.

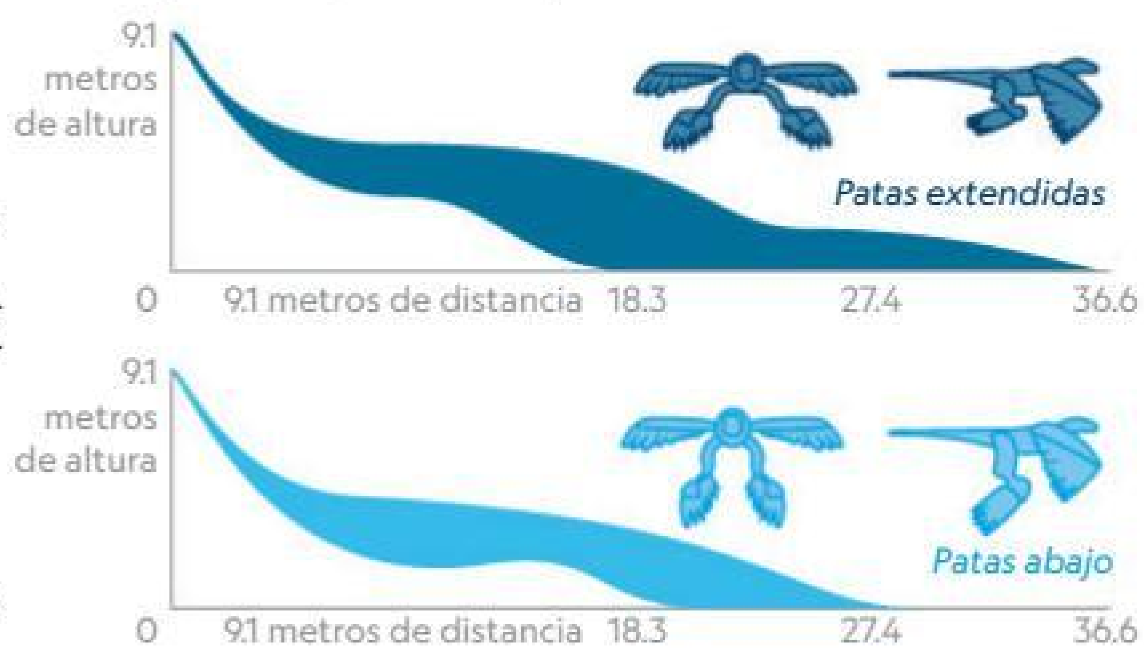


Hacia abajo desde los árboles

Los investigadores diseñaron un robot modelado sobre el dinosaurio emplumado no aviar *Microraptor* para probar cómo volaba. Podía planear con éxito, pero las plumas prominentes de las patas no ayudaban mucho al vuelo, lo que sugiere que pueden haber evolucionado para algún otro uso.

Microraptor

Desempeño de planeo de un modelo de *Microraptor*
por configuración corporal





fotografías de los fósiles originales, junto con algunos huesos aislados y dientes que se encontraron más tarde en el siglo XX, apuntaban a que esta criatura misteriosa con una vela en el dorso tenía algún tipo de vida acuática. El *Spinosaurus* tenía dientes cónicos bien adaptados para atrapar peces, por ejemplo, así que los paleontólogos presupusieron que quizá merodeaba los bajos y sacaba peces del agua, como hacen las garzas o los osos grizzly. Ibrahim y sus colegas, por lo tanto, hicieron muchas olas en 2014 cuando describieron un nuevo esqueleto parcial del animal hallado en Marruecos y lo utilizaron para demostrar que el *Spinosaurus* pasaba gran parte de su tiempo en el agua, donde nadaba y se alimentaba.

Para apuntalar sus afirmaciones, el equipo de Ibrahim volvió al sitio en 2018, con el apoyo de National Geographic Society, con la esperanza de encontrar más partes de la criatura. La excavación fue brutal. Varios miembros del equipo fueron hospitalizados por agotamiento cuando regresaron a casa, aunque empezaron a encontrar vértebra tras vértebra de una cola de *Spinosaurus*, a veces a apenas unos minutos y centímetros de



Apiñados en un laboratorio en la Universidad Hassan II de Marruecos, Nizar Ibrahim (centro) analiza los huesos recién hallados de *Spinosaurus* con el paleontólogo Simone Maganuco (izq.) y Cristiano Dal Sasso. "Estudiar un animal fosilizado es, para mí, como una creación –afirma Dal Sasso–. Debes resucitar un animal a partir de fragmentos".

distancia. Los excavadores estaban tan mareados por el tesoro de fósiles que tamborialeaban ritmos musicales con sus martillos, lo que se convirtió en una canción.

Con forma de remo y de unos cinco metros de largo, el apéndice desenterrado y presentado a principios de año en la revista *Nature* es la adaptación acuática más extrema que se haya encontrado de un dinosaurio depredador grande. "Esto se va a convertir en un símbolo, en un icono, de la paleontología africana", me dice Ibrahim.

LA HISTORIA del *Spinosaurus*, con sus vistas del desierto e intriga histórica, se siente como si proviniera de un guion cinematográfico. Pero investigación ulterior en la cola del fósil ha mostrado cuán diferente puede ser el estudio de los dinosaurios hoy.

Como parte de su trabajo, Ibrahim viajó al laboratorio del biólogo George Lauder, en la Universidad de Harvard. Por admisión propia, Lauder no es paleontólogo: se especializa en estudiar cómo se mueven en el agua los animales acuáticos, mediante cámaras de alta velocidad y robots, para descifrar cómo nadan. Para poner a prueba al *Spinosaurus*, Lauder monta un corte de plástico naranja de 20 centímetros de largo de la cola del dinosaurio en una vara metálica pegada a un transductor de fuerza de 5000 dólares, parte de una "aleta" robótica que cuelga del techo.

Una vez inmersa, la cola montada cobra vida, aletea adelante y atrás, y envía datos desde el aparato a computadoras cercanas. Los resultados de Pierce y Lauder muestran que la cola del *Spinosaurus* podría producir más de ocho veces el empuje hacia adelante en el agua que las colas de dinosaurios terrestres. Una bestia más larga que el *Tyrannosaurus rex* parece haberse abierto el paso a nado por los ríos como un cocodrilo. "Donde empezamos fue: un paleontólogo de dinosaurios se pone en contacto con otro paleontólogo, que se pone en contacto con un biorroboticista de peces –comenta Pierce–. Si quieres hacer investigación moderna y de avanzada, se necesita un equipo de gente de muy diversos antecedentes".

Estos tipos de experimentos de laboratorio interdisciplinarios hoy definen la investigación de dinosaurios. Las computadoras modernas les permiten a los científicos procesar enormes cantidades de información de rasgos esqueléticos y construir árboles genealógicos de los dinosaurios.





A medida que se acumulan los descubrimientos de dinosaurios, también lo hace la necesidad de revisar modelos de las criaturas. En Fossalta di Piave, Italia, el artesano Guzun Ion, de la firma de escultura de museo DI.MA. Dino Makers, moldea una cola actualizada para una recreación de tamaño natural de un *Spinosaurus* subadulto de 10.5 metros de longitud.



Un *Deinonychus* que acaba de salir del cascarón está rodeado por coloridos huevos azules en un nido sobre el suelo. Un padre atento lo cuida.

FUENTE: JASMINA WIEMANN, UNIVERSIDAD DE YALE

QUÉ HAY DE NUEVO

El Deinonychus parece haber tenido huevos azulados como los de algunas aves de hoy, lo que sugiere nidos al aire libre e indicaría que esta especie criaba a su descendencia. El color y los patrones de los huevos podrían proveer camuflaje en un entorno abierto.

CÓMO ECLOSIONABAN



CÓMO ECLOSIONABAN

HUEVOS A COLOR

CÓMO HAN CAMBIADO NUESTRAS IDEAS

Las hipótesis previas sobre la reproducción de los dinosaurios se basaban en nuestro entendimiento de los huevos de reptiles. Desde entonces la ciencia ha establecido una sólida conexión evolutiva entre aves y dinosaurios que arroja mejores pistas sobre cómo ponían huevos y cuidaban a sus crías.

ARCHOSAURIA
CROCODYLIA
DINOSAURIA
ORNITHISCHIA
SAURISCHIA
SAUROPODOMORPHA
Oviraptorosauria
EUMANIRAPTORA
PARAVES
Troodontidae
Dromaeosauridae
Aves

Los primeros huevos conocidos eran suaves Hace 232 millones de años (mda)

EUMANIRAPTORA **El color del huevo se origina hace** 157 mda

Alligator mississippiensis
Protoceratops
Titanosaurio francés
Mussaurus
Massospondylus
Heyuannia huangi
Microodóntido mongol
Microodóntido mongol
Troodóntido norteamericano
Troodóntido chino
Troodóntido mongol
Deinonychus antirrhopus
Psammornis rothschildi argelino
Ñandú
Emú
Aves modernas

Nido enterrado
Nido en el suelo
Nido arbóreo

Huevo de *Deinonychus*

Protoporfirina
Biliverdina

Creadores de pigmento
Cuando se les arroja un láser, los cascarones de *Eumaniraptora* revelan dos sustancias que ayudan a determinar color y moteado en huevos de aves de hoy. El color del huevo suele corresponder con el del entorno del nido.

COORDINACIÓN DE COLOR

Los científicos hallaron recientemente que muchos huevos de dinosaurio tenían las tonalidades coloridas y motas de los huevos modernos.

Anidación ▲
Las aves modernas con huevos con cascarón duro por lo general criaban a sus pequeños en nidos abiertos. El comportamiento podría haber evolucionado cuando lo hizo la coloración, hace 157 millones de años.

Nidos enterrados ▼
Algunos dinosaurios, como el *Protoceratops*, tenían huevos con cascarones suaves y correosos. Para protegerlos, los dinosaurios los habrían enterrado, como lo hacen las tortugas marinas hoy.

UN VISTAZO AL INTERIOR

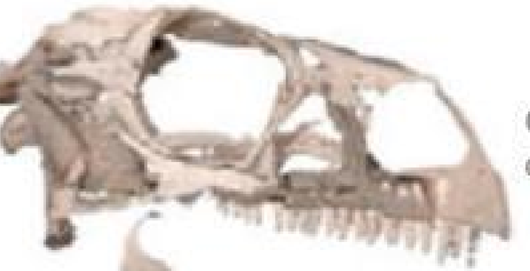
Las tomografías permiten ver el interior de los huevos. Los dientes embrionarios tienen depósitos que se pueden contar como anillos de árboles, lo que ayuda a calcular el tiempo de incubación. La incubación de los dinosaurios era más lenta que la de las aves y más cercana a la de los reptiles.

Extensión aproximada del huevo





Cráneo de embrión



Cráneo de adulto

Cráneos recreados
Escaneos de TC crean una pila de radiografías. Modelos 3D reconstruidos de *Massospondylus* encontraron dientes adicionales que luego se caían (como los gecos modernos).

JASON TREAT (NGM); MESA SCHUMACHER
FUENTES: KIMI CHAPELLE Y VINCENT FERNANDEZ, UNIVERSIDAD DEL WITWATERSRAND; JASMINA WIEMANN *ET. AL.*, *NATURE*, OCTUBRE DE 2018



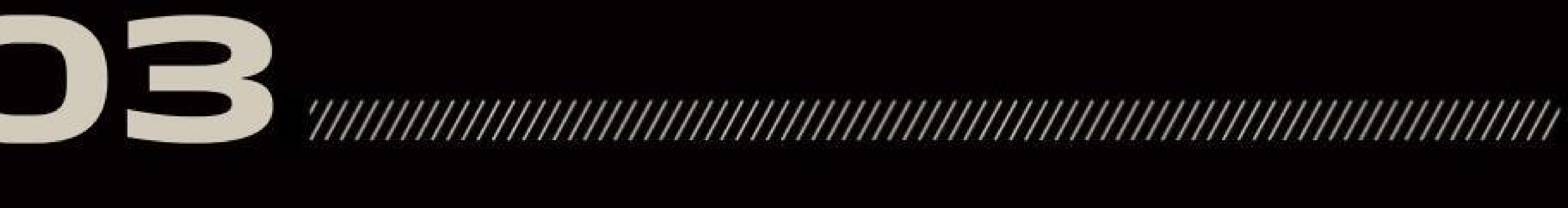
Los huevos de las aves, como estos de tinamúes, obtienen sus colores de pigmentos que incluyen la protoporfirina y la biliverdina. Algunos fósiles de huevos de dinosaurios conservan estos compuestos, lo que da pistas sobre sus tonalidades.
FOTOGRAFIADOS EN EL MUSEO PEABODY DE HISTORIA NATURAL, UNIVERSIDAD DE YALE



Estos huevos fosilizados de aves, provenientes de Nebraska, fueron puestos hace decenas de millones de años tras la extinción de los dinosaurios no avianos. Aun así, los restos ayudan a Yasmina Wiemann, de Yale, a analizar la química de cascarones más antiguos. "Todas las aves son dinosaurios, así que es un huevo de dinosaurio aviano", dice.

FOTOGRAFIADO EN MUSEO PEABODY DE HISTORIA NATURAL, U. DE YALE





Un joven *Mussaurus* observa dos rincosaurios bajo la mirada de un adulto. El *Mussaurus* empezaba la vida sobre cuatro patas y se volvía bípedo en la adultez.

FUENTES: JOHN R. HUTCHINSON, REAL COLEGIO DE VETERINARIOS; ALEJANDO OTERO, CONICET–MUSEO DE LA PLATA

QUÉ HAY DE NUEVO

Los investigadores hoy entienden mejor los ciclos vitales enteros de algunos dinosaurios. Nuevos hallazgos los ayudan a recomponer cómo los dinosaurios evolucionaban, maduraban y, a veces, alcanzaban tamaños descomunales.

CÓMO CRECÍAN



CÓMO CRECÍAN

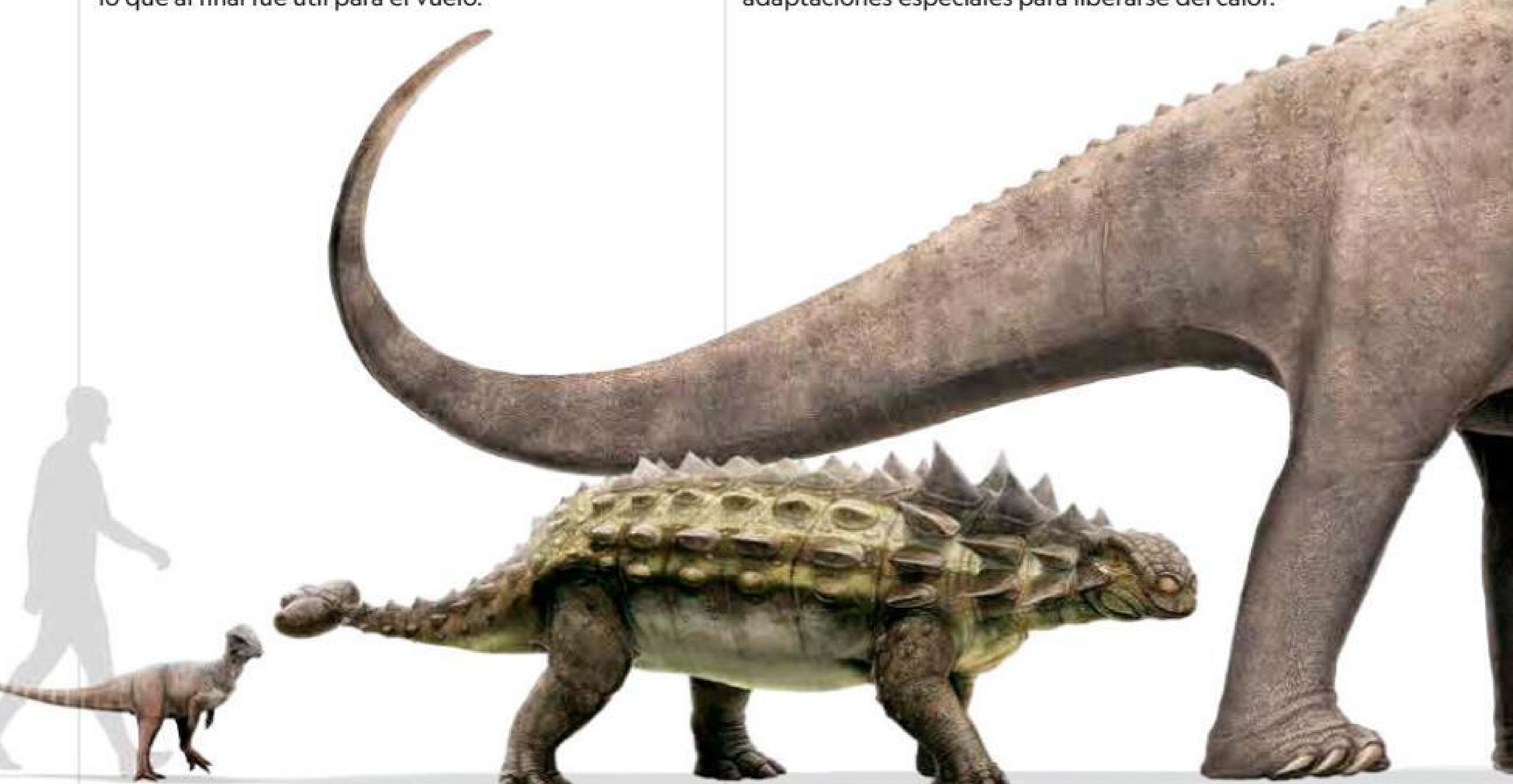
CALIENTE, FRIO

MÁS PEQUEÑOS Y FRESCOS

Los dinosaurios pequeños tenían una alta proporción entre superficie y volumen que maximizaba su capacidad de liberarse del calor sin adaptaciones especiales. La mayoría de las especies se volvió más grande con el tiempo, pero los terópodos paravianos –precursores de las aves– se achicaron, lo que al final fue útil para el vuelo.

MÁS GRANDES Y CALIENTES

Los saurópodos gigantes, el animal más grande que ha caminado sobre la Tierra, podían alcanzar 50 toneladas. ¿Cómo lograrlo? Crece lento como los cocodrilos, o rápido, lo que estos dinosaurios hacían. Llegaban a su tamaño a los 20 años, por lo que la baja proporción entre superficie y volumen sostenía un metabolismo rápido pero que requería adaptaciones especiales para liberarse del calor.

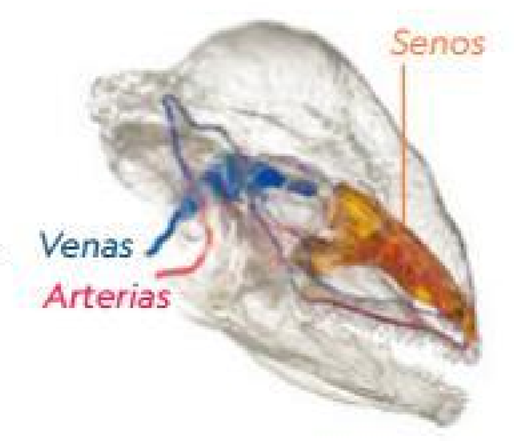


CUERPOS PEQUEÑOS

Distribución homogénea de la sangre

Stegoceras

Debido a su tamaño, quizá este dinosaurio se mantenía fresco con la modificación de su comportamiento. No necesitaba adaptaciones para enfriar el cerebro; el flujo de sangre en la cabeza estaba balanceado.



MEDIANOS

Regulación del calor en la cavidad nasal

Euoplocephalus

Con 2.5 toneladas, este dinosaurio acorazado tenía una serie de pasajes nasales especializados en bucle por los cuales vasos sanguíneos ensanchados podían deshacerse del exceso de calor.



CÓMO HAN CAMBIADO NUESTRAS IDEAS

Se creía que los dinosaurios tenían sangre fría, como los reptiles de hoy, pero nuevas señales de tasas rápidas de crecimiento muestran que algunos podrían haber tenido metabolismos más rápidos, quizá como los de mamíferos y aves de sangre caliente. Algunos incluso corrían el riesgo de sobrecalentarse.

UN ACERCAMIENTO NOVEDOSO

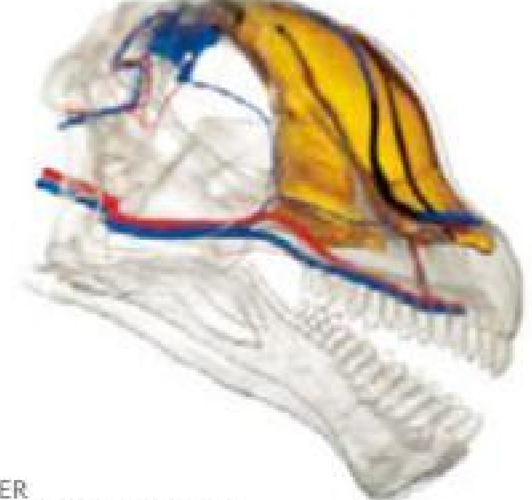
Los terópodos no avianos tenían una manera especial de refrescarse. Al abrir la boca, los músculos de la quijada tiraban de un par único de senos y los expandían como fuelles para jalar aire. Los vasos sanguíneos alrededor de los senos calentaban el aire, luego el cierre de la quijada obligaba al calor a salir por nariz y boca.

GRANDES

Regulación del calor en la cavidad nasal y boca

Camarasaurus

El volumen y metabolismo rápido del animal mantenían su temperatura interna elevada. Liberaban el exceso de calor mediante zonas de transferencia térmica en sus conductos nasales y bocas.

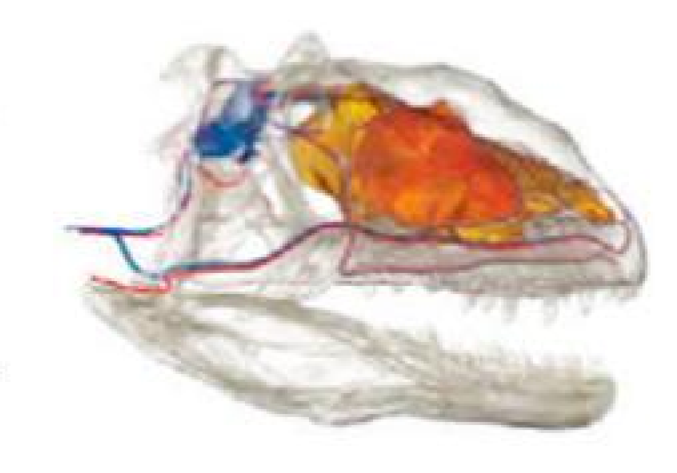


INNOVACIÓN EN TERÓPODOS

Enfriamiento de propulsión a quijada

Majungasaurus

El movimiento de la quijada de este terópodo mediano enviaba aire a un par de senos en el hocico que actuaban como unidades de aire acondicionado para enfriar la sangre que iba al cerebro.



JASON TREAT (NGM); MESA SCHUMACHER
REPRESENTACIONES 3D: SINELAB. FUENTES: RUGER PORTER Y LAWRENCE WITMER, UNIVERSIDAD DE OHIO



Examinaciones más minuciosas de láminas de hueso más delgadas que hojas de papel de impresora revelan, a detalle, la duración y el momento de los estirones en el crecimiento de los dinosaurios. Y, con los mismos modelos que se usan para predecir el cambio climático, los paleontólogos pueden lanzar virtualmente un asteroide hacia la Tierra, como sucedió hace 66 millones de años, para ver cómo se encogen los hábitats de los dinosaurios en el invierno apocalíptico resultante.

Pocas tecnologías han alterado tan profundamente nuestra visión sobre los dinosaurios como la tomografía computarizada médica, que hoy es un estándar en la caja de paleoherramientas.

"Hemos conseguido llevar todos estos huesos extintos a una computadora, donde podemos hacer cosas con ellos –relata Lawrence Witmer, paleontólogo de la Universidad de Ohio–. Somos capaces de reconstruir fragmentos faltantes, hacer pruebas de choque y correr simulaciones para entender mejor cómo estos animales funcionaban en realidad".

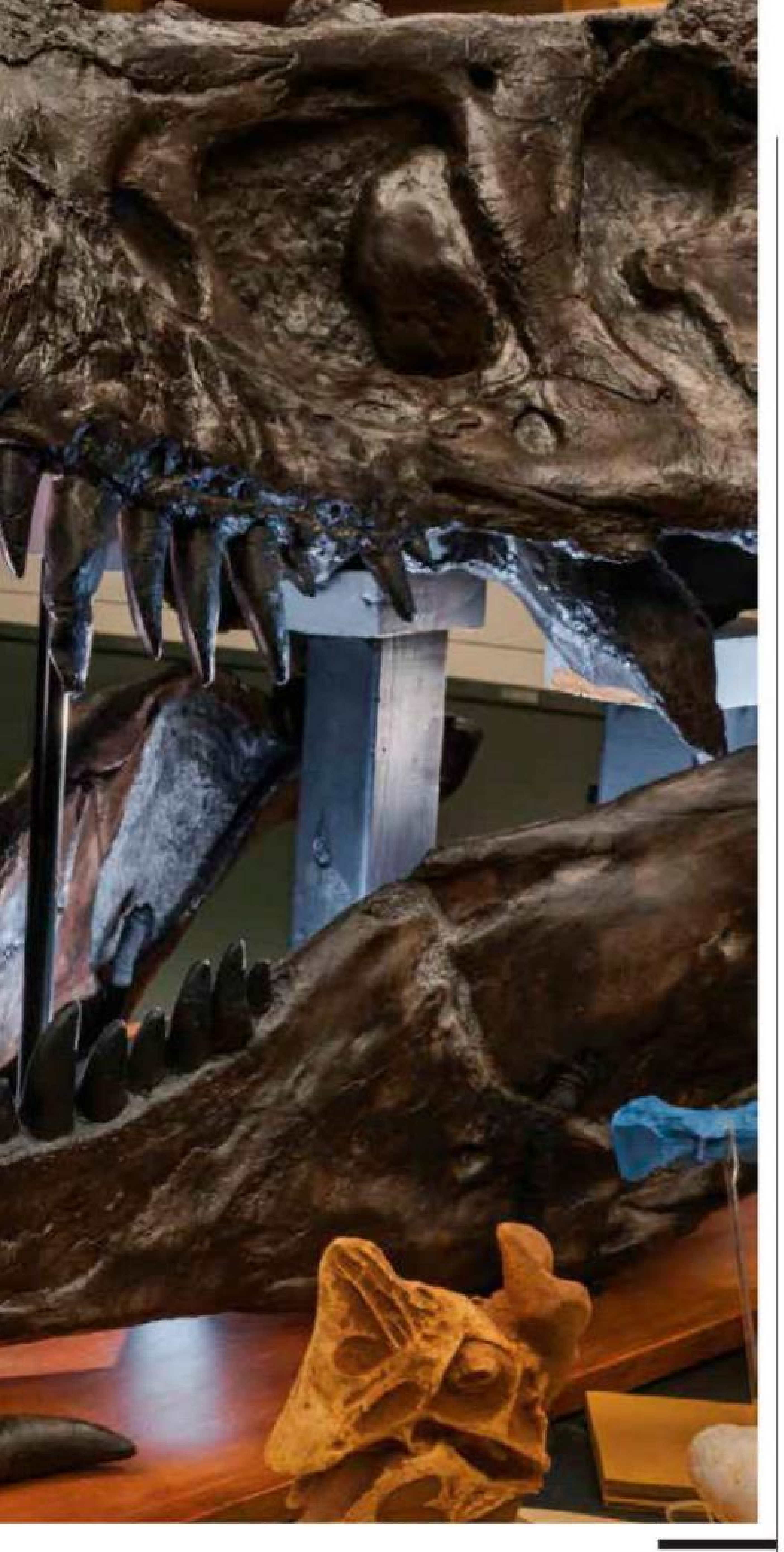
El escaneo también elimina un dilema pasado: sacrificar las huellas del tejido blando de un fósil

para cortar los huesos. Abundan las historias de impresiones de piel de dinosaurio molidas hasta convertirlas en polvo durante la preparación. Hoy los investigadores cortan hueso de la roca de manera virtual. "Hace que te preguntes qué podríamos haber pasado por alto o con qué arrasamos cuando usamos el buldózer", dice Mark Witton, paleoartista de la Universidad de Portsmouth, de Reino Unido.

El moderno sentido de precaución de esta disciplina ha arrojado una avalancha de descubrimientos. Recientemente, Witmer utilizó tomografías computarizadas para mostrar que grupos importantes de dinosaurios evolucionaron distintos sistemas craneales de aire acondicionado para evitar que se les sobrecalentara el cerebro. Dinosaurios acorazados, como el anquilosáurido *Euplocephalus*, dependía de sus conductos nasales, que evolucionaron en ductos con forma de popotes locos para deshacerse del calor mientras el animal respiraba, lo que enfriaba la sangre destinada al cerebro. En contraste, depredadores grandes como el *T. rex* ventilaban el exceso de calor con grandes senos nasales. Como herreros que trabajan con fuelles, los dinosaurios flexionaban la quijada para obligar a que el aire entrara y saliera de las cámaras, lo que ocasionaba que la humedad se evaporara y absorbiera el calor, como el sudor en un día de verano.

Las tomografías computarizadas también nos ofrecen una idea de la manera en la que se movían los dinosaurios y cómo cambiaban al crecer. Mediante videos de rayos X y animaciones por computadora de aligátores y aves, Ryan Carney, de la Universidad del Sur de la Florida, construyó modelos 3D que revelaron en 2016 que el dinosaurio emplumado *Archaeopteryx* podía aletear de una manera que permitía el vuelo autopropulsado. Y, para poder entender cómo crecía el herbívoro patagónico *Mussaurus*, el investigador argentino Alejandro Otero ensambló escaneos de huesos del dinosaurio en una computadora para simular su postura en diferentes edades. Tal como los bebés humanos, las crías de *Mussaurus* caminaban en cuatro patas y luego maduraban hasta caminar de manera más erecta sobre sus dos miembros traseros.

Mientras más a fondo consiguen mirar los paleontólogos dentro de cada fragmento nuevo de hueso, más son capaces de desentrañar detalles invaluables sobre el pasado, y eso significa que han tenido que mejorar sus herramientas de manera seria.



Lawrence Witmer observa dentro de un cráneo de *Tyrannosaurus rex* moldeado en su laboratorio en la Universidad de Ohio. Los contornos de la cavidad cerebral muestran que el animal dependía mucho de su sentido del olfato. Un estudio de 2019 infirió que el *T. rex* tal vez tenía hasta 1.5 genes más para receptores olfativos que los humanos.

04

Un *Yi qi* planea arriba mientras dos *Tianyulong*, del tamaño de un faisán, se bañan. El análisis de los tejidos blandos muestra que el *Yi qi* tenía alas membranosas entre los dedos.

FUENTES: MICHAEL HABIB, MUSEO DE HISTORIA NATURAL DEL CONDADO DE LOS ÁNGELES; MICHAEL PITTMAN, UNIVERSIDAD DE HONG KONG

QUÉ HAY DE NUEVO

Nuestro entendimiento de cómo se veían los dinosaurios evoluciona. Los investigadores muestran cómo muchos de ellos tenían plumas de algún tipo en una variedad de colores, basados en sus pigmentos fosilizados. Otras especies tenían patrones de coloración de la piel para despliegue o camuflaje.



CÓMO SE VEÍAN



CÓMO SE VEÍAN

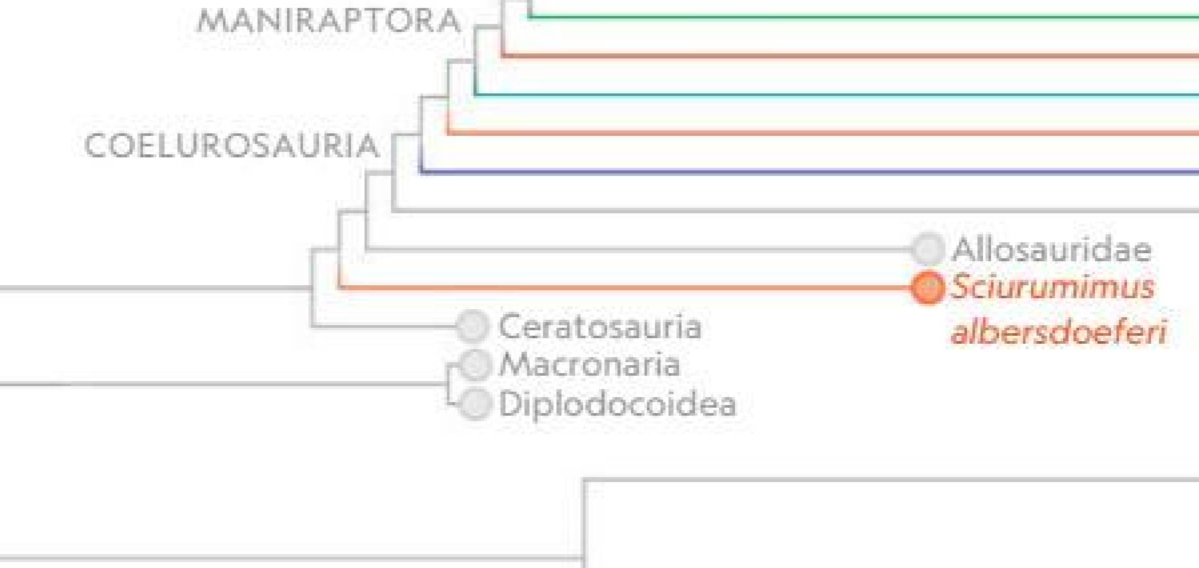
RESUCITAR A COLOR

EVOLUCIÓN DE LAS PLUMAS

Los fósiles indican que las primeras plumas cerradas (abajo) evolucionaron en el clado *Maniraptora* junto con los primeros patrones de color en un sola pluma. La posibilidad visual para despliegue sexual tal vez llevó a una evolución más rápida por selección sexual.







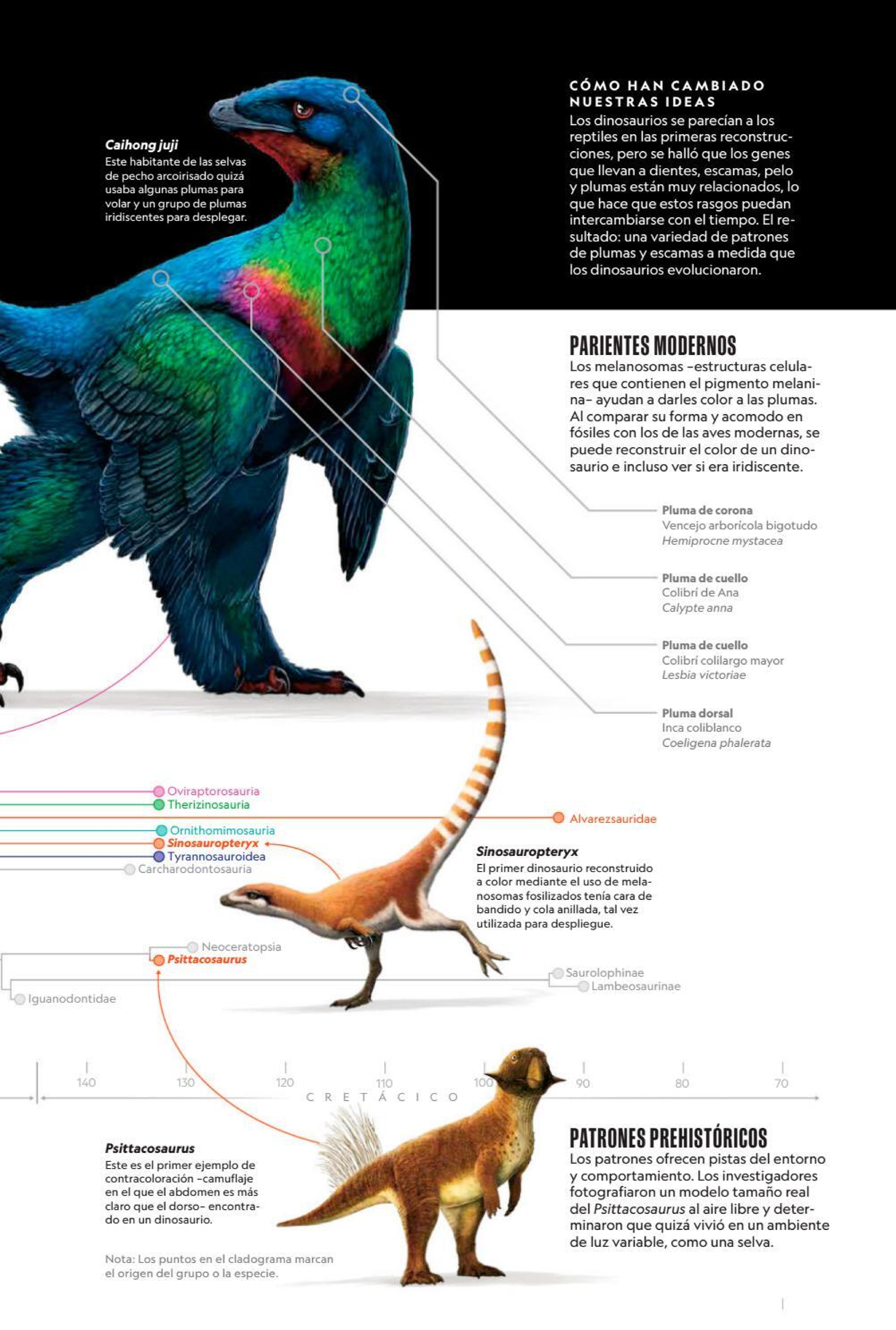
PELUSA EMPLUMADA

Muchas especies tenían plumas de una sola fibra. El hallazgo de plumas más complejas en especies como *Kulindadromeus* implica que las plumas se originaron y diversificaron temprano, quizá para aislamiento y despliegue, no para volar.

Kulindadromeus

Este herbívoro pequeño tenía al menos tres tipos de plumas, que probablemente representaban varios experimentos evolutivos en forma de pluma.

JASON TREAT (NGM); MESA SCHUMACHER. FUENTES: MICHAEL J. BENTON, UNIVERSIDAD DE BRISTOL; MICHAEL HABIB, MUSEO DE HISTORIA NATURAL DEL CONDADO DE LOS ÁNGELES; MICHAEL PITTMAN, UNIVERSIDAD DE HONG KONG



CÓMO HAN CAMBIADO NUESTRAS IDEAS

Los dinosaurios se parecían a los reptiles en las primeras reconstrucciones, pero se halló que los genes que llevan a dientes, escamas, pelo y plumas están muy relacionados, lo que hace que estos rasgos puedan intercambiarse con el tiempo. El resultado: una variedad de patrones de plumas y escamas a medida que los dinosaurios evolucionaron.

PARIENTES MODERNOS

Los melanosomas –estructuras celulares que contienen el pigmento melanina– ayudan a darles color a las plumas. Al comparar su forma y acomodo en fósiles con los de las aves modernas, se puede reconstruir el color de un dinosaurio e incluso ver si era iridiscente.

PATRONES PREHISTÓRICOS

Los patrones ofrecen pistas del entorno y comportamiento. Los investigadores fotografiaron un modelo tamaño real del *Psittacosaurus* al aire libre y determinaron que quizá vivió en un ambiente de luz variable, como una selva.





Hesperionis (arriba), una protoave del Cretácico, es un pariente distante del terópodo temprano *Coelophysis*, cuyo cráneo descansa en las manos de Bhart-Anjan Bhullar, paleontólogo de Yale. Sus investigaciones muestran que a medida que evolucionaban las aves, sus cráneos adultos conservaban rasgos que dinosaurios extintos solo tenían cuando eran juveniles, lo que allanó el camino para el pico aviar.

FOTOGRAFIADO EN EL MUSEO PEABODY DE HISTORIA NATURAL, UNIVERSIDAD DE YALE

Herramientas para examinar huesos fósiles pueden dar detalles menores a una centésima de glóbulo rojo humano

EN EL RINCÓN NOROESTE de Grenoble, en los Alpes de Francia, en una lengua triangular de tierra donde se encuentran dos ríos, un anillo gris de casi 850 metros de circunferencia se eleva de entre el esmog. Como si los alienígenas hubieran aterrizado para ir a esquiar y comer *fondue*. La inquietante estructura es el Laboratorio Europeo de Radiación Sincrotrón (ESRF) que, en años recientes, se ha convertido en una meca para los paleontólogos gracias al investigador Paul Tafforeau.

El ESRF es un acelerador de partículas que lanza electrones casi a la velocidad de la luz. A medida que el haz de electrones da sus vueltas, los imanes a lo largo de la pista circular curvean el chorro de partículas. La disrupción hace que las partículas emitan algunos de los rayos X más intensos del mundo, que los investigadores suelen utilizar para estudiar nuevos materiales y medicamentos. Tafforeau se especializa en utilizar los rayos X para ver dentro de fósiles que las tomografías computarizadas no pueden descifrar, con resoluciones que esos escáneres no alcanzan.

Conforme visitamos los interiores de acero y concreto del acelerador, le pregunto a Tafforeau qué tan precisa puede ser la máquina. Señala hacia una vitrina con ejemplos de impresiones en 3D de fósiles pasados a los que ha radiografiado. Porciones de uno de ellos, una madriguera con más de 250 millones de años de antigüedad, se escanearon con tal precisión como para resolver detalles tan finos como un glóbulo rojo humano. Cuando las condiciones son perfectas, los escaneos de Tafforeau son capaces de mostrar características de hasta una centésima parte de ese grosor. Tal es el poder de una lupa del tamaño de un estadio de futbol.

Un gran poder, sin embargo, conlleva una gran responsabilidad. Para ilustrarles lo importante que es la seguridad a los nuevos estudiantes, Tafforeau utiliza un haz sin filtros para prenderles fuego a objetos y tostar granos de café. "La mayoría de los haces que usamos para escanear fósiles te matarían en unos segundos", afirma.

La intensidad del ESFR ha hecho maravillas para Dennis Voeten, de la Universidad de Uppsala, en Suecia, quien lo utilizó para rebanar fósiles de *Archaeopterys* de manera virtual y perfilar los cortes transversales de los huesos con detalles muy precisos. Dado que los huesos deben resistir el esfuerzo de volar, su estructura geométrica puede dar información de los estilos de vuelo de los animales. Aunque la anatomía del *Archaeopterys* no permitía un aleteo completo como el de un ave, el corte transversal de los huesos de sus alas se asemeja en gran medida al de los faisanes actuales, que realizan vuelos cortos. Es una pista notable de cómo la criatura de 150 millones de años –una instantánea icónica de la evolución de los dinosaurios en aves– se movía por los archipiélagos del Jurásico a los que alguna vez pudo haber considerado su hogar.

Kimi Chapelle, de la Universidad de Witwatersrand, en Sudáfrica, ha utilizado las instalaciones para ver el interior de los huevos de dinosaurio más antiguos que se conozcan. Pertenecen al *Massospondylus*, un herbívoro del sur de África. Los rayos X le permitieron reconstruir los cráneos embrionarios en el interior, hasta los dientes diminutos que el dinosaurio habría perdido o reabsorbido antes de eclosionar. Los embriones actuales de gecos también tienen estos protodientes, pese al hecho de que el último ancestro común de los gecos y los dinosaurios vivió hace más de 250 millones de años. Gracias en parte a los gecos, Chapelle dedujo que los embriones de *Massospondylus* habían completado tres quintas partes de su incubación antes de morir; un vistazo íntimo a esa vidas truncadas hace más de 200 millones de años. "Eso los hace mucho más reales", me confiesa.

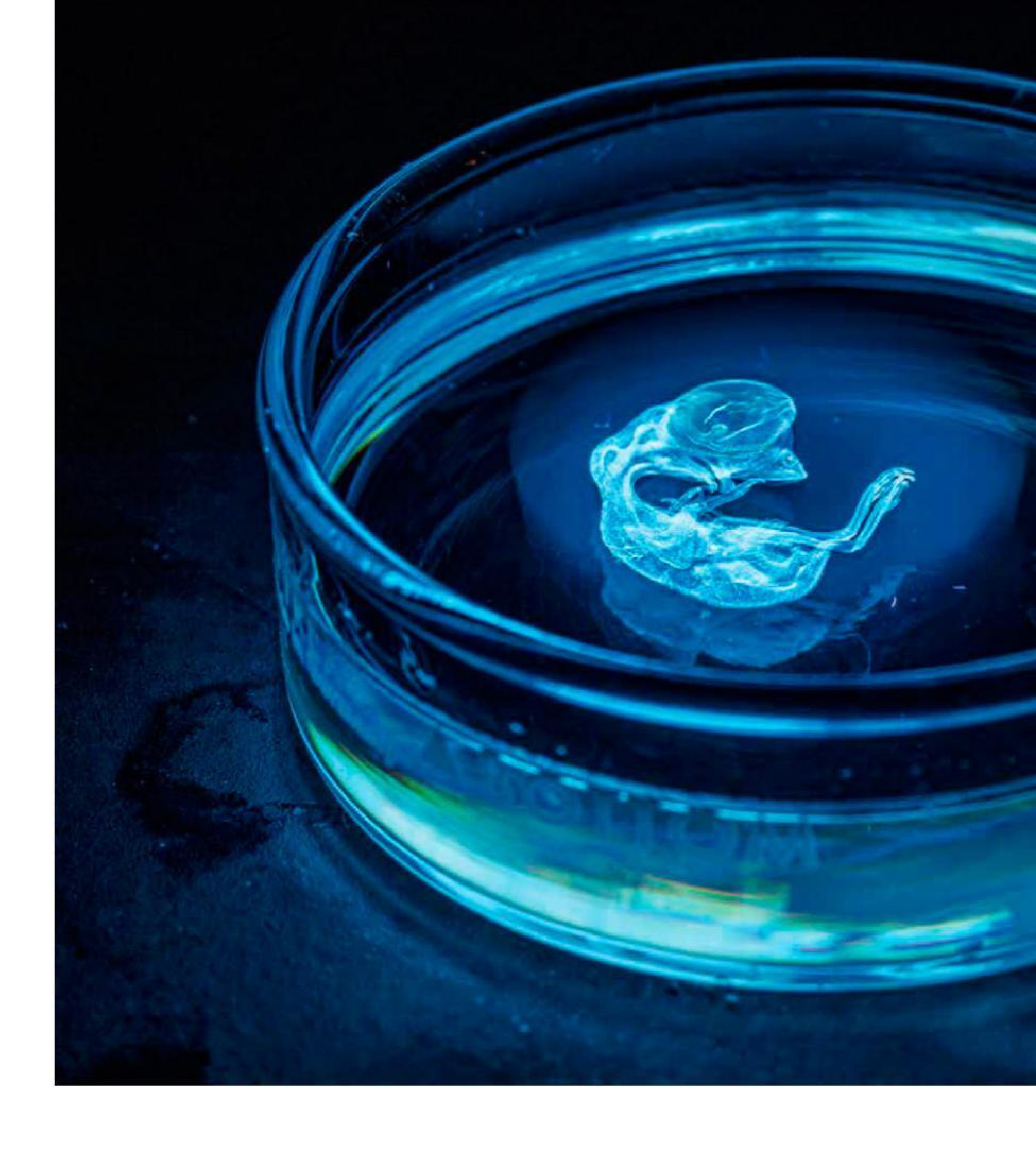
CADA PRIMAVERA, el Instituto de Paleontología y Paleoantropología de Vertebrados (IPPV) de Pekín da la bienvenida a su propio símbolo de la naturaleza efímera de la vida cuando una cobija de flores de cerezos y ciruelos se despliega por la capital china.

Desde los años noventa del siglo pasado, agricultores, investigadores y comerciantes de fósiles de la provincia de Liaoning, en el noreste de China, han llevado cientos de fósiles que han



Nativo de América del Sur, el hoatzín ofrece pistas sobre cómo las patas delanteras de los dinosaurios se convirtieron en alas aviares. Únicas entre las aves vivas, los polluelos de hoatzín tienen garras en las alas, parecidas a las de los dinosaurios, que usan para trepar de vuelta en los árboles después de echarse al agua para escapar de los depredadores.

FOTOGRAFIADO EN EL MUSEO PEABODY DE HISTORIA NATURAL, UNIVERSIDAD DE YALE



trastocado nuestro entendimiento sobre cómo se veían y comportaban los dinosaurios.

Pocos dinosaurios reflejan mejor el panorama siempre cambiante que los escansoriopterígidos, un grupo misterioso de dinosaurios jurásicos.

Algunos científicos pensaron alguna vez que estos animales del tamaño de un cuervo usaban sus dedos de 10 centímetros de largo para atrapar bichos. Pero en 2015, investigadores de IPPV descubrieron un extraño miembro del grupo que resultó ser un callejón sin salida perdido en los orígenes del vuelo. A diferencia de cualquier otro dinosaurio encontrado hasta ahora, *Yi qi* tenía alas membranosas, como de murciélago, que sostenía con sus largos dedos exteriores y espolones huesudos en las muñecas. Esta es la historia: "Un espécimen muy importante... básicamente puso de cabeza todo lo que pensábamos que sabíamos", afirma O'Connor.

Los fósiles de China, así como otros de sitios igualmente notables en todo el mundo, preservan los vestigios de todo tipo de tejidos. En 2014 los investigadores anunciaron que habían encontrado, en Canadá occidental, un *Edmontosaurus regalis*,



Como un brillo fantasmal azul, un embrión manchado de pollo en el laboratorio de Bhullar espera su turno para el microscopio. Al rastrear cómo los genes orquestan los patrones del crecimiento de los cuerpos animales, Bhullar puede ver los pormenores del desarrollo, lo que mejora nuestro entendimiento de los dinosaurios y sus descendientes de hoy.

un tipo de hadrosaurio, que tiene una cresta de piel momificada. Esta es una estructura que nadie sabía que tenía un dinosaurio, pese a saber de la especie desde hace casi un siglo. Los huesos de los dinosaurios habían mostrado que las criaturas usaban partes exageradas del cuerpo para atraer parejas y competir por estatus social, como los animales modernos, o para encontrar a sus familiares.

En algunos casos, los investigadores pueden incluso inferir algunas de las químicas originales de los animales. En 2008, científicos liderados por el paleontólogo Jakob Vinther, hoy de la Universidad de Bristol del Reino Unido, encontró que los melanosomas, sacos subcelulares minúsculos, podían fosilizarse. El descubrimiento le abrió la puerta a un campo que alguna vez se consideró imposible: deducir los colores de la piel y las plumas de dinosaurios extintos, basados en el tamaño, la forma y el acomodo de sus melanosomas.

Estas reconstrucciones vienen con algunas salvedades: los animales vivos emplean otros pigmentos además de la melanina, y algunos dinosaurios extintos probablemente también. Aun así, hallazgos recientes han sido asombrosos:el dinosaurio emplumado *Anchiornis*, que vivía en lo que hoy es China, tenía una cresta rojiza; el ceratópsido temprano *Psittacosaurus* tenía piel marrón rojiza que ayudaba a una forma primitiva de camuflaje. En 2018 un equipo internacional reportó que las plumas del *Caihong*, un dinosaurio que vivía en la misma región que el *Yi qi*, una vez destellaba con todos los colores del arcoíris.

Aún más moléculas de la vida podrían perdurar en el tiempo profundo. En la primera década de este siglo, la paleontóloga Mary Schweitzer causó revuelo cuando descubrió que algunos fósiles de dinosaurio, incluidos especímenes de *T. rex*, contenían células conservadas, vasos sanguíneos y quizá incluso vestigios de proteínas. Desde entonces, Schweitzer y cada vez más científicos se han preguntado cómo pudieron persistir dichas sustancias y qué podíamos aprender de ellas.

En su laboratorio, Jasmina Weimann, candidata a doctora en Yale, muele una pieza pequeña de hueso de *Allosaurus* para analizarla. Transfiere el polvo a un tubo y me invita a añadir una solución ácida que burbujea y se torna marrón profundo. Bajo un microscopio, el pringue remanente incluye pedazos esponjosos color caoba moteados con garabatos negros. El revoltijo marrón una vez fue tejido rico en proteína. ¿Los garabatos? Los contornos de células óseas que vivieron hace más de 145 millones de años en un depredador de 10



Dos *Edomontosarus* machos pelean por una hembra. Los hadrosauros grandes podrían haber sido socialmente complejos y comunicarse mediante sonidos bajos y sordos.

FUENTES: DAVID C. EVANS, MUSEO REAL DE ONTARIO; PHIL BELL, UNIVERSIDAD DE NUEVA INGLATERRA

QUÉ HAY DE NUEVO

La tecnología 3D permite reconstruir la anatomía detallada de los dinosaurios, como el oído interno, regiones cerebrales y otras estructuras de tejidos blandos. Esto revela sus capacidades mentales y sensoriales, así como su habilidad para el comportamiento social.

CÓMO

SOCIALIZABAN



CÓMO SOCIALIZABAN

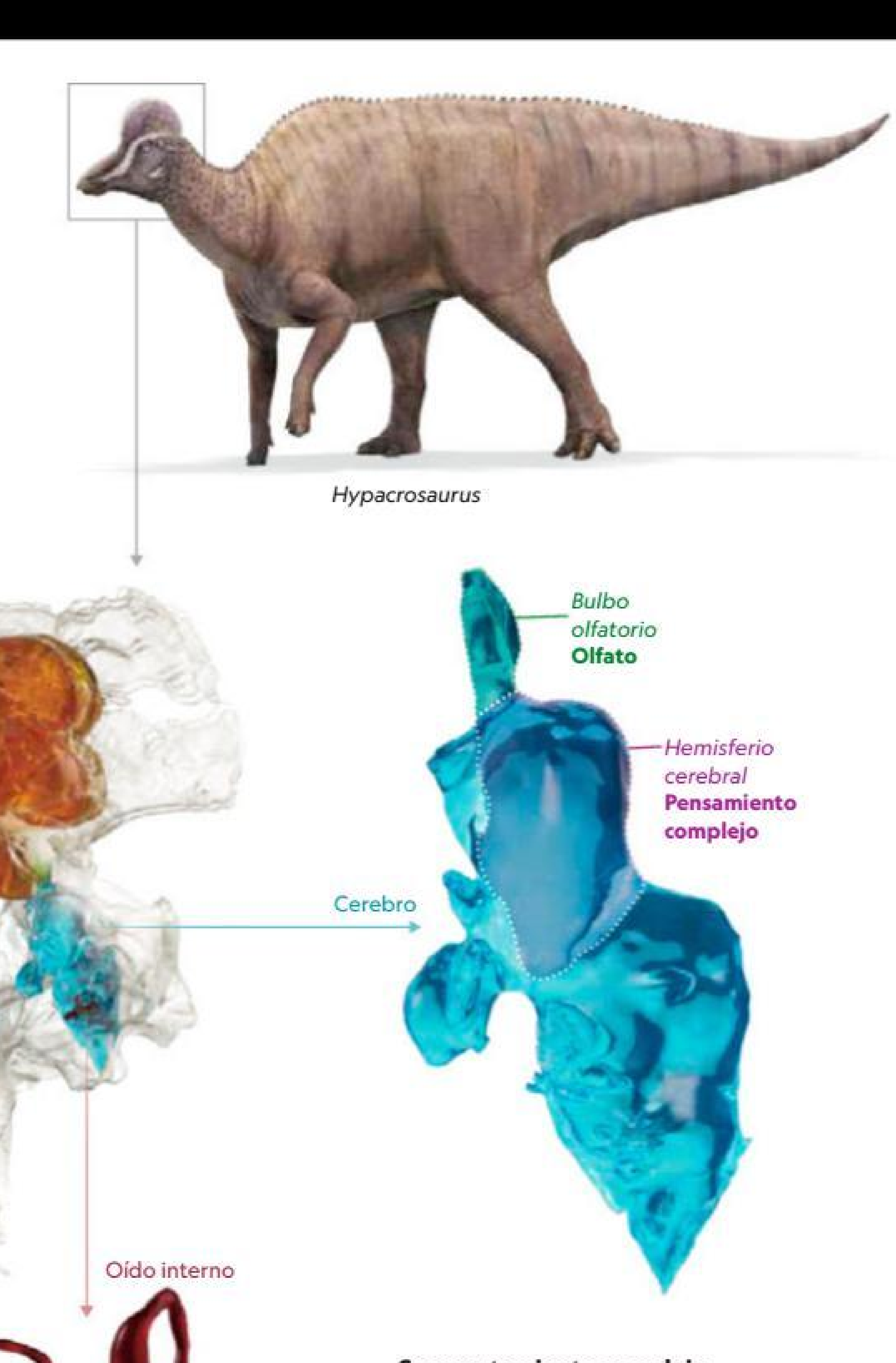
CEREBROS

CÓMO HAN CAMBIADO NUESTRAS IDEAS

Se ha especulado desde hace mucho cuál es el propósito de las crestas extrañas y huesudas de los *Lambeosaurus*. Se creía que los conductos nasales retorcidos potenciaban el olor; hoy se especula que las crestas eran un instrumento de vocalización parecido a la tráquea alargada del cisne trompetero actual.

CRESTAS CONSTRUCTIVAS

Estudios del oído interno de los *Lambeosaurus* hallaron que tenían el tamaño ideal para escuchar las frecuencias creadas por los conductos nasales en las crestas del grupo. Esto apoya la hipótesis de que las crestas se usaban para emitir sonidos, en oposición a hipótesis desechadas como la de que eran como esnórqueles para zambullidas subacuáticas.



Reconstruir un cerebro

El modelado por computadora muestra cómo los tubos nasales potenciaban sonidos bajos. Escaneos del oído interno y de la anatomía cerebral nos dicen que los *Lambeosaurus* no solo podrían oír estos sonidos, sino que su cerebro podía interpretar comportamiento complejo.

Cómo escuchaban

En las aves, la longitud de la papila basilar –parte de la cóclea– se correlaciona con el rango de frecuencias que pueden escuchar mejor. Los expertos infieren que los dinosaurios podrían haber oído mejor las frecuencias más bajas.

Comportamiento complejo

Los escaneos hallaron que los hemisferios cerebrales que involucraban un alto nivel de procesamiento, como interpretar pistas sociales, conformaban más de 40% del cerebro del *Lambeosaurus*, más que el de casi todos los demás dinosaurios.

Rango auditivo (escala logarítmica)



JASON TREAT (NGM); MESA SCHUMACHER. REPRESENTACIÓN 3D: SINELAB. FUENTES: LAWRENCE WITMER Y RYAN RIDGELY, UNIVERSIDAD DE OHIO; DAVID C. EVANS, MUSEO REAL DE ONTARIO

metros de largo del Jurásico. Después de millones de años, el calor y la presión por lo general transforman estos tipos de restos microscópicos mediante reacciones químicas. A pesar de su estado alterado, los materiales contienen pistas invaluables del comportamiento del dinosaurio. En un estudio de 2018, Wiemann mostró que cuando se golpean con un láser, ciertos cascarones de huevos de dinosaurios revelan protoporfirina y biliverdina degradadas, compuestos que les dan color y moteado a los huevos de aves actuales.

Con base en análisis como ese, los huevos calcificados del *Deinonychus*, pariente del *Velociraptor*, tenían un tono azulado, lo que sugiere que, como las aves modernas con huevos de colorido semejante, el dinosaurio tenía nidos al aire libre y criaba a sus pequeños. En contraste, embriones fosilizados de *Proceratops* encontrados en Mongolia y embriones de *Mussaurus* de Patagonia están rodeados de lo que alguna vez fue un cascarón correoso, de acuerdo con un estudio del que Wiemann fue coautora este año. Esto sugiere no solo que estos dinosaurios enterraban sus nidos, como las tortugas marinas modernas, sino también que los primeros huevos de dinosaurio eran igualmente suaves. Esto añade un giro a la historia evolutiva de los dinosaurios, ya que implica que los cascarones duros –que se encuentran en todo el grupo Dinosauria– no tienen un origen común, sino que ese rasgo evolucionó al menos tres veces.

MÁS QUE CUALQUIER cosa, los avances científicos muestran que los dinosaurios no eran las amenazas monótonas que vemos en la cultura popular. Sus días eran tan ricos y variados, frenéticos y aburridos, como los de las aves allá afuera.

Es un entendimiento que me llega de pronto mientras camino por el laboratorio de Bhart-Anjan Bhullar, profesor asistente de Yale. Bhullar estudia fósiles y los embriones de animales vivos para tratar de descifrar cómo los dinosaurios antiguos engendraron aves.

Si alguien puede modificar un ave y hacer un pollosaurio tal vez sea Bhullar. En un estudio de 2012 encontró que los cráneos de las aves son variaciones de los cráneos juveniles de dinosaurios ancestrales, hablando en términos de desarrollo: los cráneos de dinosaurios jóvenes tenían huesos más delgados y mayor flexibilidad, que las aves utilizaron para desarrollar picos. Bhullar también ha mostrado que bloquear las vías moleculares clave del pico puede darles a los embriones de pollo hocicos parecidos a los de los *Archaeropteryx*.

Una imagen de microscopio del miembro anterior de un embrión de codorniz se ve exactamente como la pata de un dinosaurio raptor, incluso el músculo y el cartílago.

En todo el plan corporal aviar, Bhullar ha encontrado otros ejemplos sorprendentes de cómo los embriones aviares, en esencia, resumen su propia historia evolutiva. Me muestra una imagen de microscopio del miembro anterior de un embrión de codorniz, que se ve exactamente como la pata de un dinosaurio raptor. "¡Ese es un *Deinonychus*! ¡Mira eso!", exclama Bhullar mientras señala hacia su laptop. Solo cuando se acerca a la eclosión, esta forma ancestral se sobrescribe para convertirse en el ala aviar familiar.

Los dinosaurios siguen con nosotros, como fantasmas dentro de los huevos de sus descendientes aviares. Los vínculos entre pasado y presente se vuelven más claros en Londres a medida que se acerca el fin de nuestra visita a Isla Dinosaurio. Mientras que el mundo de los dinosaurios terminó en un parpadeo, los dinosaurios del Crystal Palace enfrentan una amenaza más lenta e insidiosa. Las esculturas han sido añadidas al registro de patrimonio en riesgo de Reino Unido, pero una carencia de mantenimiento ha permitido que las grietas se extiendan por gran parte de sus exteriores descoloridos.

Con la necesidad de renovación a nuestro alrededor, le pregunto a Maidment cómo los científicos de hoy podrían construir su versión del Crystal Palace Park. Maidment me da una respuesta elegante: lo llenaría con aves. "Los dinosaurios son los vertebrados terrestres más diversos que están vivos hoy, ¿sabes? –afirma, mientras una bandada de gaviotas planea sobre nuestras cabezas y salpican en las aguas más allá–. Nunca pararon". □

Michael Greshko escribió sobre el fósil de un dinosaurio canadiense en junio de 2017. **Paolo Verzone** ha ganado tres premios de World Press Photo. El ilustrador científico **Davide Bonadonna** representó el *Spinosaurus* en octubre de 2014. **Gabriel Ugueto** se especializa en reconstruir vida extinta.

POR **YUDHIJIT BHATTACHARJEE**

FOTOGRAFÍAS DE **SMITA SHARMA**

VIDAS ROBADAS

EL TRÁFICO SEXUAL ES UN FLAGELO MUNDIAL QUE ATRAPA A MILLONES DE NIÑOS. ESTA ES LA MANERA EN LA QUE DOS NIÑAS CON SUEÑOS –UNA DE INDIA, LA OTRA DE BANGLADESH– FUERON OBLIGADAS A PROSTITUIRSE.

Sobre este artículo: Para proteger la privacidad de las niñas víctimas de trata y cumplir con las leyes indias sobre la identificación de víctimas de crímenes sexuales, no revelamos las identidades de estas ni de sus familiares. Las fotografiamos de maneras que se pudieran oscurecer sus rostros y alteramos algunas imágenes para esconder rasgos distintivos. Utilizamos seudónimos para las dos niñas presentadas en el artículo.

Tras una pelea con su madre, R. huyó de su casa cerca de Calcuta. En una estación de trenes, conoció a unos hombres que la engañaron y se la llevaron a una zona roja de la ciudad. Muchas niñas que son víctimas de trata en su adolescencia pasan el resto de sus vidas en burdeles. A R. la rescataron antes de ser vendida a uno. Fue enviada a Sneha, un albergue dirigido por la organización no lucrativa Sanlaap, que prepara a las víctimas para que reconstruyan su vida. R., quien hoy es adulta, y otras de las niñas en este artículo, fueron fotografiadas en Sneha.





Anjali tenía 16 años cuando se involucró con un hombre que la convenció de que huyera de su casa en Bengala Occidental, India, con la promesa de matrimonio. Sin embargo, él y su cómplice la vendieron a un burdel en Mahishadal, cerca de Haldia, una ciudad industrial. Fue obligada a tener relaciones sexuales hasta 20 veces al día hasta que fue rescatada. Por más de un año vivió en Sneha, entre niñas que, dijo, entendían su angustia. Hoy adulta, vive con su madre, a quien le gustaría que se casara, pero Anjali jura que no volverá a enamorarse.





A los 12 años, S. se fue de su casa en Narayanganj, Bangladesh, con un conocido de la familia que le prometió un trabajo en Daca. Se la entregaron a un hombre que la llevó a Bengala Occidental y luego la vendió a un burdel en Bombay. S. fue esclavizada durante dos años antes de que la policía la liberara y mandara a un albergue. Seis meses después encontró a una mujer que le dijo que la llevaría de regreso a Bangladesh, pero la vendió a un burdel en Namkhana, Bengala Occidental. S. fue rescatada de nuevo y llevada a Sneha. Hoy es adulta.



Antes de que fueran vendidas al mismo burdel, Sayeda y Anjali eran las típicas adolescentes que crecían en circunstancias similares a cientos kilómetros de distancia: Sayeda en la ciudad de Julna, en Bangladesh, y Anjali en Siliguri, Bengala Occidental, India.



M., quien hoy tiene 18 años, espera con su prima un tren en 24 Parganas Sur, distrito en su mayoría pobre en Bengala Occidental, con una gran incidencia de trata. Un hombre conoció a M. en una clase y la vendió a un burdel en Delhi. Ella llamó a su padre y fue rescatada por un policía con ayuda de la organización Shakti Vahini.

Tenían las aspiraciones de las adolescentes de cualquier lugar: escapar de la supervisión paterna, encontrar el amor, empezar a realizar sus sueños. Ambas eran ingenuas respecto al mundo y no podían haber imaginado las crueldades que les tenía preparadas.

Criada en un diminuta casa de dos habitaciones, Sayeda pasó gran parte de su infancia sola. Su madre se levantaba temprano y se iba todo el día para limpiar tiendas en New Market, uno de los distritos comerciales de Julna. El padre de Sayeda era conductor de *bici-rickshaw*, y llevaba pasajeros por una nimiedad. A Sayeda le costaba trabajo la escuela y la abandonó antes de la adolescencia, pese a las advertencias de su madre de que aquello le traería problemas.

Extrovertida y de espíritu libre, Sayeda sonreía y hacía amigos con facilidad. Lo que más le



gustaba era bailar. Cuando sus padres no estaban en casa, veía secuencias de baile en películas en hindi y bengalí en la televisión, y copiaba los movimientos. A veces, cuando su madre la descubría, la regañaba. "A nuestros vecinos no les gustaba que siempre cantara y bailara", me dijo su madre.

Sayeda era hermosa, con un rostro delicadamente esculpido y ojos almendrados, y le gustaba maquillarse. Empezó a ayudar en salones de belleza, donde aprendía de peinados, tratamientos para la piel y cosméticos. Preocupados por la atención que atraía de los chicos, sus padres la casaron cuando tenía 13 años. El matrimonio infantil es común, aunque ilegal, en gran parte de Asia meridional. El esposo que los padres de Sayeda eligieron era violento, y ella regresó con su familia.

Cuando Sayeda volvió a casa, le rogó a su madre que la dejara inscribirse en una academia de danza. "Podré actuar en espectáculos y ganar algo de dinero", dijo. Su madre cedió y Sayeda empezó a bailar en bodas y otros eventos. Fue entonces que Sayeda se involucró románticamente con un chico que solía visitar la academia. Él le dijo que la llevaría a India, donde podría aprender mucho más como bailarina. Sayeda decidió huir con él.

Anjali, una chica agraciada de ojos brillantes y pómulos altos, tenía razones semejantes para querer irse de casa. Su familia vivía en un asentamiento irregular, en una vivienda improvisada. Criada principalmente por su madre, quien trabajaba como empleada doméstica, ella y su hermana eran tan pobres que peleaban por los pocos útiles escolares que se podían permitir. Para cuando tenía 13, Anjali había abandonado

la escuela, la norma para muchos niños de familias pobres en toda India. Empezó a trabajar en una fábrica donde empacaba botanas. Reservada por naturaleza, Anjali no tenía muchos amigos. En casa, su confidente era una cabra bebé que había adoptado y que la seguía a todos lados, mordisqueaba su comida a la hora del almuerzo y se subía en la cama con ella en la noche.

En la fábrica, Anjali conoció a un joven que la cautivó. Anjali sabía que su madre estaba en busca de un buen prospecto para ella, pero decidió que quería estar con el hombre que le había gustado. Así, una noche de octubre de 2016, durante Durga Puja, un festival hindú, Anjali se puso un *salwar kameez* nuevo, salió a hurtadillas de la casa y tomó un autobús a una estación de tren para encontrarse con su novio. Para sorpresa de Anjali, él estaba con otro joven, aun así abordó el tren a Calcuta con ellos.

Cuando la buscaba con desesperación esa noche, su madre dedujo que había planeado huir desde hacía un tiempo. En los días anteriores a que Anjali desapareciera, los vecinos habían oído que le hablaba a su cabra y decía: "¿Quién te va a cuidar cuando me vaya?".

Un cálculo sugirió que 50 000 niñas víctimas de trata son llevadas de Bangladesh a India cada año.

DE TODAS LAS DEPRAVACIONES que afligen a la humanidad, entre las más estremecedoras está la esclavización de niños para gratificación sexual. Sayeda y Anjali, quienes me contaron sus historias, son solamente dos de incontables víctimas. Como la mayoría de las empresas criminales, determinar la escala de esta atrocidad es imposible, pero queda claro que el tráfico sexual de menores es una industria multimillonaria que abarca todo el mundo.

De acuerdo con un estudio frecuentemente citado por la Organización Internacional del Trabajo, más de un millón de niños fueron víctimas de explotación sexual en 2016. Debido a que es difícil detectar la prostitución infantil, el reporte concedió que el número real era probablemente mucho más alto. El más reciente Informe Mundial sobre la Trata de Personas, emitido por la Oficina de la Organización de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito, encontró que el número de víctimas de trata reportado por los países se elevó de menos de 15 000 en 2010 a casi 25 000 en 2016. La estadística representa solo una fracción de las víctimas reales; la mayoría no se detecta nunca. El incremento puede reflejar una mejor ejecución, pero los investigadores creen que es más probable que refleje una realidad más sombría: que el tráfico de personas, incluyendo la trata de niños para prostitución, está al alza.

"Es una industria en crecimiento", afirma Louise Shelley, profesora de Política Pública en la Universidad George Mason y autora de *Human Trafficking: A Global Perspective*.

El flagelo de la trata sexual infantil no ha dejado virtualmente ningún país intacto, pero algunas partes del mundo han surgido como centros neurálgicos de este comercio ilícito. Un lugar que ha sido especialmente asolado es la región en la que Sayeda y Anjali crecieron: el estado indio de Bengala Occidental y su vecino Bangladesh, que alguna vez fueron una sola provincia conocida como Bengala. Dividida por una frontera internacional de 2 250 kilómetros, pero unida por una herencia común cultural y lingüística, ambas zonas compartían la desgracia de ver a miles de niñas ser vendidas a la esclavitud sexual cada año.

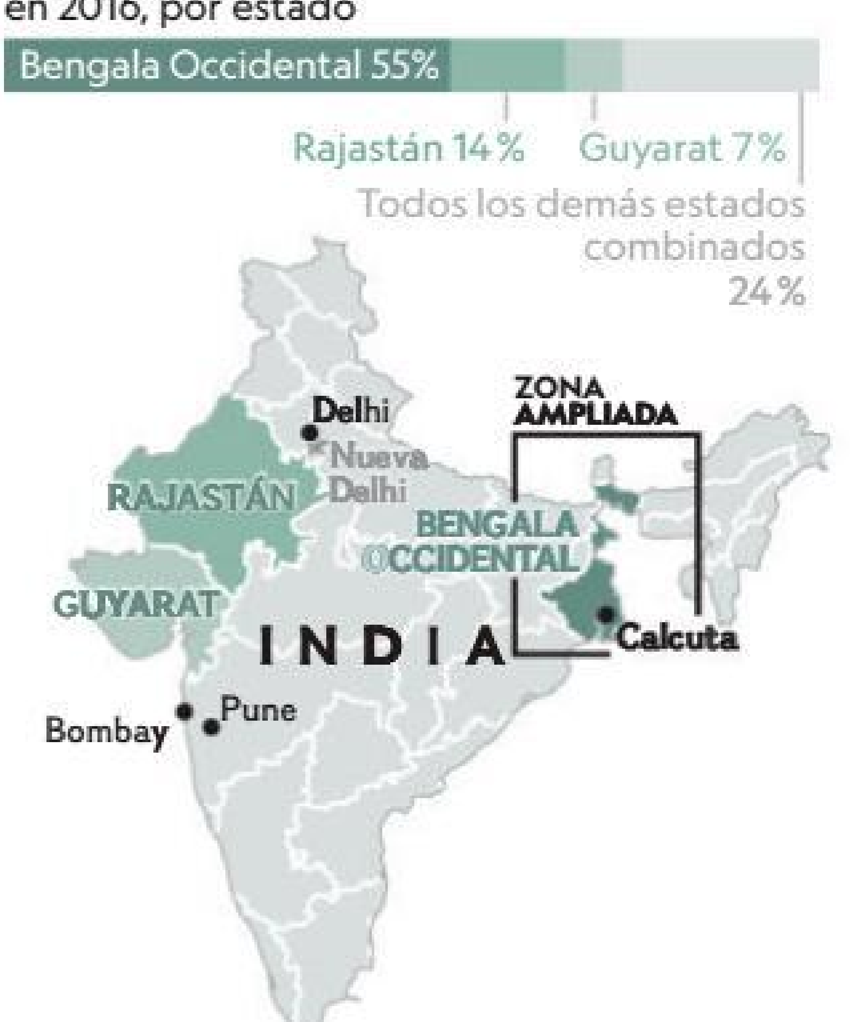
La cifra real es desconocida, pero los números reportados o estimados, sin bien imperfectos, apuntan a un volumen muy alto de trata. De acuerdo con la Oficina Nacional de Registro Criminal de India, Bengala Occidental representaba casi un cuarto de los 34 908 casos de trata de personas reportados en el país de 2010 a 2016, una proporción asombrosamente grande para un estado que contiene alrededor de 7% de la población del país. Solo en 2017 se reportó la desaparición de 8 178 niños de Bengala Occidental, casi una octava parte del total anual de India ese año. Entre ellos, un número significativo de niñas casi seguramente fueron vendidas a burdeles. El panorama podría ser peor para Bangladesh: un cálculo del gobierno sugirió que 50 000 niñas se trafican fuera del país a India, o por India, cada año; una cifra que no incluye a las niñas que se venden a la prostitución dentro de Bangladesh.

Bengala Occidental es tanto un destino como una fuente de niñas que se tratan para prostitución. La larga frontera con Bangladesh y los 96

Un crimen oculto

El tamaño total del tráfico de personas en India –y en el mundo– es incierto, pero en 2016, 4 911 fueron enlistadas como víctimas de trata en la Oficina Nacional de Registro Criminal de India. La mayoría de esas niñas eran de Bengala Occidental, que contiene cerca de 7% de la población del país. Muchos casos nunca se reportan.

Proporción de niñas víctimas de trata en 2016, por estado





kilómetros adyacentes a Nepal incluyen muchos tramos no vigilados, lo que les permite a los traficantes contrabandear niñas al estado. Algunas terminan en las zonas rojas de Calcuta, metrópoli de más de 14 millones de personas. Otras son vendidas a burdeles en otros lados de India –Delhi, Bombay, Puna– o en Medio Oriente (en India, el trabajo sexual comercial es legal, pero muchas actividades asociadas con el negocio, como el lenocinio o dirigir un burdel, son ilegales, así como involucrar a niños en la prostitución).

No sorprende que la mayor causa de esta tragedia sea la pobreza, generalizada en la región, incluyendo uno de los distritos más grandes de India, el 24 Parganas Sur, una zona subdesarrollada con caminos de terracería, poca industria y tierras de cultivo propensas a inundarse durante la temporada de monzones. Las pandillas se aprovechan de niñas de familias pobres, y explotan su miseria y otras vulnerabilidades.

"Si soy un traficante... tengo que descubrir si la niña tiene hambre y está desesperada por un trabajo o si le interesa el romance", dice Tapoti Bhowmick, de Sanlaap, una organización sin fines de lucro que ayuda a las víctimas de trata. Para una niña que creció en la pobreza, la promesa de lujos simples, como teléfonos celulares y productos de belleza, puede tener un efecto hipnótico. "Quieren para sí mismas el tipo de vida que han visto en telenovelas", explica.

Bhowmick dice que los chicos adolescentes y hombres jóvenes que trabajan para grupos de trata a menudo organizan matrimonios falsos e incluso viven con las niñas durante un tiempo. "Aunque el chico haya gastado 20 000 rupias para atrapar a la chica, él podrá venderla por 70 000", asegura. Eso es una ganancia sustancial: alrededor de 650 dólares, lo que muchos obreros logran ganar en cinco meses.

En años recientes, los equipos policiacos antitrata en Bengala Occidental y otros lugares han redoblado esfuerzos para encontrar y rescatar a niñas vendidas a burdeles, pero están sobrepasados. "Cuando los niños desaparecen, tenemos que asegurarnos de que la policía inicie una investigación de inmediato", dice Rishi Kant, cofundador de Shakti Vahini, organización sin fines de lucro que ha ayudado a liberar a cientos de víctimas.

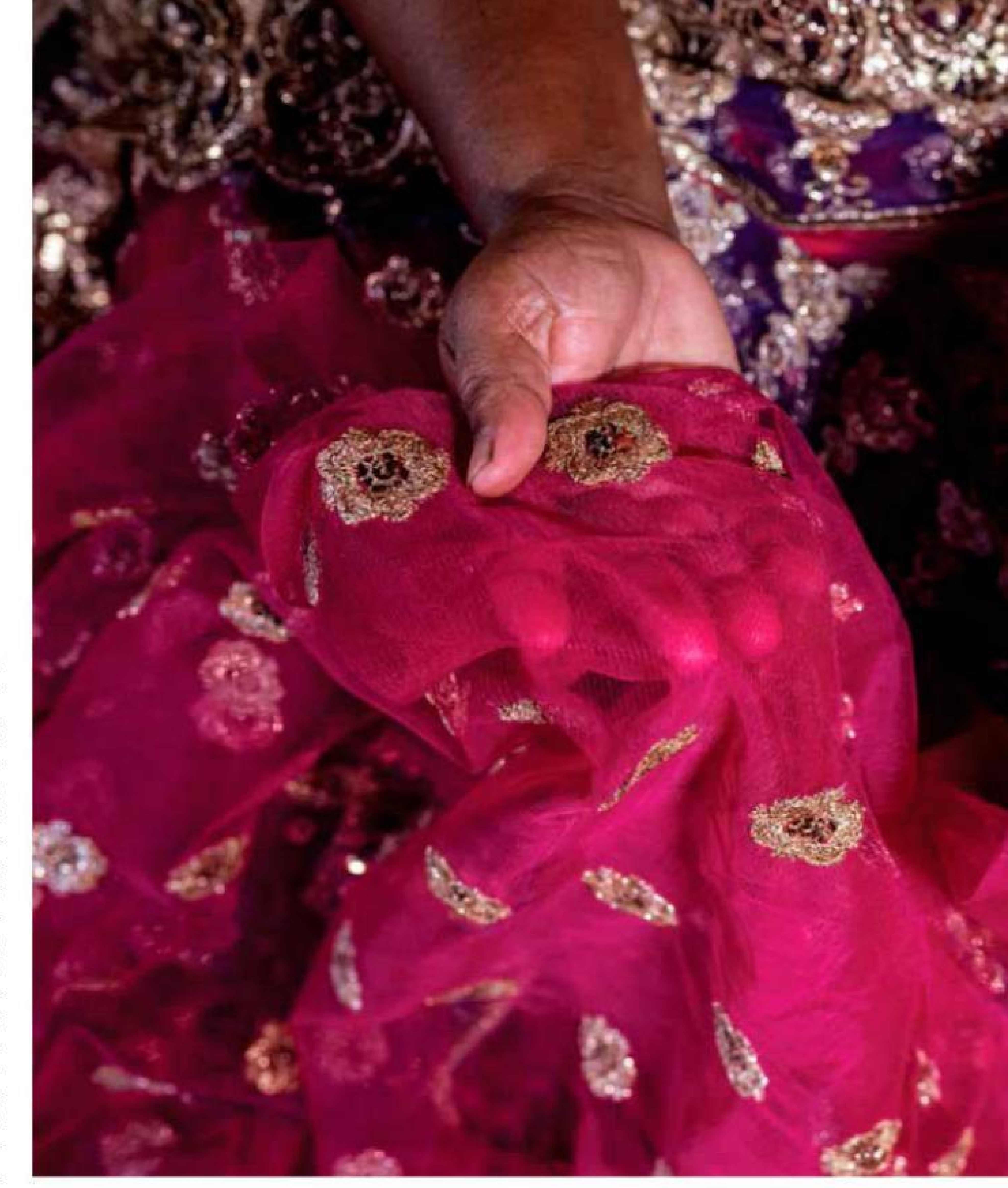
Sanlaap y otras organizaciones no lucrativas tienen programas para rehabilitar a las niñas con

CHRISTINE FELLENZA E IRENE BERMAN-VAPORIS (NGM). FUENTE: OFICINA NACIONAL DE REGISTRO CRIMINAL, GOBIERNO DE INDIA


BLUE
BLUE
LOVE



Una multitud en Calcuta celebra Durga Puja, el festival religioso más popular de Bengala Occidental. La festividad hindú ofrece una oportunidad para que las niñas se relacionen con los niños. Se sabe que los tratantes usan el encubrimiento de estas multitudes y la atmósfera relajada para identificar y cazar a víctimas potenciales.



La madre de Sayeda sostiene el sari favorito de su hija en Julna, Bangladesh. El padre de Sayeda se lo regaló durante el Eid al-Fitr, la fiesta musulmana que marca el fin del Ramadán. Fue la última que celebraron todos juntos como familia. A los 14 años, Sayeda huyó con un chico que la vendió a un burdel en Mahishadal. Durante tres años fue golpeada y obligada a tener relaciones sexuales. Sayeda fue rescatada y enviada a Sneha, pero nunca logró volver a casa.

la esperanza de que puedan reunirse con sus familias, superar el estigma social y construir vidas decentes para sí mismas. Sin embargo, Kant dice que los gobiernos estatales necesitan hacer más para apoyar a las víctimas rescatadas. "Deberían poder vivir como tú y como yo –afirma–. Deberían ser empoderadas".

Las medidas que hoy están en vigor son el equivalente a utilizar un martillo para derribar una fortaleza: la escala a la que ocurre la trata es tan enorme que la solución requiere una aplicación de la ley mucho más sustancial y sostenida, tal vez mediante una agencia nacional dedicada exclusivamente a investigar casos de trata.

EL DÍA QUE SAYEDA SE FUE DE CASA, el chico con el que huyó la llevó en autobús de Julna a un pueblo cerca de la frontera con India. Cuando llegaron era de noche y caminaron por un bosque hasta que alcanzaron el margen de un río. El novio sobornó a un policía, y ambos subieron a un barco que los llevó al otro lado. Estaban en India.

Se quedaron en una casa cerca del río. Ahí, Sayeda conoció a otra niña a la que también habían llevado desde Bangladesh, y empezó a sospechar. Sayeda confrontó a su novio y él le dijo que iba a trabajar en un burdel. Cuando ella se negó, él dijo: "Te voy a matar y a tirar en el río".

Incluso si hubiera podido escapar, Sayeda no conocía a nadie a quien pedirle ayuda. Había entrado en India de manera ilegal y no veía cómo podía ir a la policía. "Me asusté tanto que accedí –recordó–. Dije: 'Trabajaré como bailarina, de acuerdo. Pero no voy a hacer nada más'".

El joven vendió a Sayeda a un burdel en Mahishadal, un suburbio de Haldia, puerto importante



y ciudad industrial en Bengala Occidental, ubicada unos 60 kilómetros al suroeste de Calcuta. Una docena de niñas que eran prisioneras en ese burdel, incluyendo a Sayeda y Anjali, accedieron a hablar conmigo. Este recuento está basado en esas entrevistas. Todas ellas contaron historias similares de su cautiverio.

Uno en una fila de establecimientos similares a lo largo de una autopista, el burdel era un hotel de dos pisos llamado Sankalpa, con cerca de 24 habitaciones pequeñas y un bar con salón de baile ubicado detrás de un restaurante. De acuerdo con las niñas, lo dirigía un hombre llamado Prasanta Bhakta. No lo pudimos contactar y su abogado se rehusó a comentar.

Sayeda, quien entonces tenía 14 años, creía que podría salirse con la suya y solo bailar para los clientes. Me dijo que Bhakta la desengañó de inmediato violándola. Sayeda se enteró por las otras chicas que esa era su manera de establecer lo que les podía cobrar a sus clientes por tener relaciones sexuales con ellas. Las recién llegadas como Sayeda –consideradas lo más cercano a la virginidad– eran las más caras: 500 rupias, o cerca de siete dólares.

Las niñas dijeron que Bhakta las obligaba a beber alcohol para volverlas más dóciles. Aunque Sayeda se resistía, descubrió que estar intoxicada la ayudaba a mitigar el trauma de ser una esclava sexual. “Así es como pasaba el tiempo: bebiendo mucho a lo largo del día”, relató.

Sayeda llevaba ahí dos años cuando Anjali, de 16 en ese entonces, fue vendida al burdel. El hombre con el que Anjali había esperado casarse y el otro joven la habían llevado a Calcuta y luego a Mahishadal. El acompañante del novio le compró jabón, shampoo, un peine y algo de maquillaje. Le dijo que se refrescara porque la iba a llevar a conocer a alguien en la noche.

Anjali no los cuestionó. Cuando entraron en la habitación mal iluminada, se empezó a sentir ansiosa. “¿Qué es este lugar?”, preguntó. Le dijeron que era un hotel y que iba a trabajar ahí. “¿Qué tipo de trabajo?”, preguntó Anjali, mientras empezaba a aterrorizarse. Cuando se lo explicaron, los ojos se le llenaron de lágrimas.

Las niñas tomaban analgésicos para el tormento físico, pero no podían escapar del sufrimiento emocional.

Desde el primer día, a Anjali le quedó claro que resistirse era inútil. Las niñas me dijeron que le tenían terror a Bhakta, y decían que las golpeaba o las quemaba con su cigarrillo si no obedecían. Para las niñas, el burdel era una prisión. La puerta en la barda alrededor del edificio y la puerta de entrada siempre estaban cerradas o custodiadas. A las chicas solo se les permitía salir a medianoche para cenar en un restaurante enfrente, escoltadas por un guardia anciano. Les inventaba apodos a las chicas y bromeaba con ellas, lo que le daba un toque de amabilidad a la realidad desolada de sus vidas.



Un policía de Bengala Occidental patrulla el río Hugli, en Sundarbans, una zona acuosa con manglares densos que cruza la frontera sur entre India y Bangladesh. Los traficantes suelen usar los ríos para evitar ser detectados cuando pasan niñas de contrabando a India.





Las hermanas Z. y B., hoy adultas las dos, fueron víctimas de trata a manos de un familiar cuando estaban en la adolescencia temprana. Las llevaron de Daca a un burdel en Mahishadal. B. se embarazó a los 15 años y la obligaron a abortar. Solía rehusarse a tener relaciones sexuales y el dueño hacía que su hermana la azotara con un cinturón. “Eso era lo más doloroso”, dijo Z., peor que tener relaciones con 20 clientes en un día.

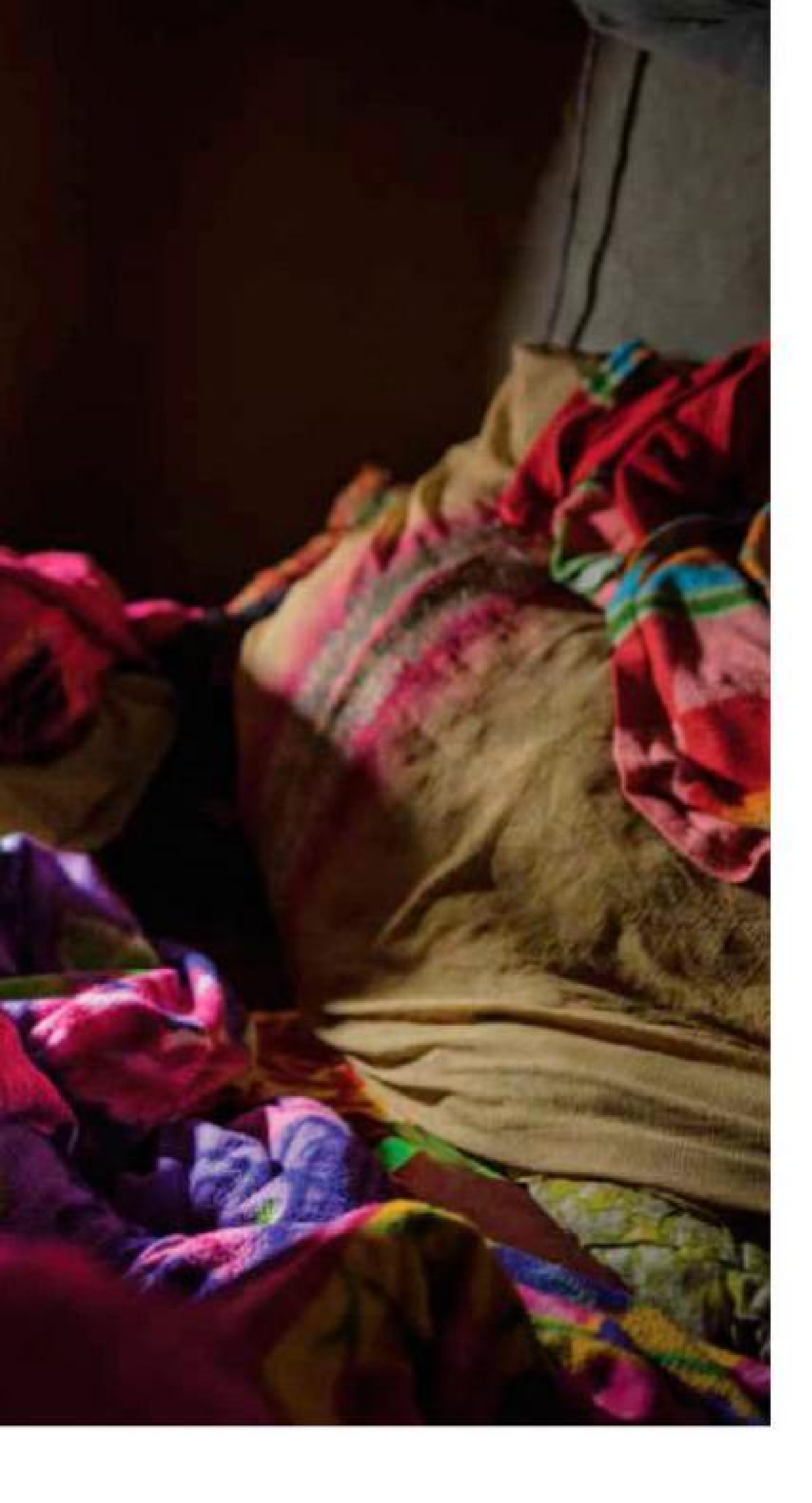


DER.:

C., hoy una adulta joven, es consolada por su madre tras reunirse con su familia en 24 Parganas Sur. A partir de pasajes en su diario, la familia se dio cuenta de que había huido con un hombre al que había conocido. Meses después, la policía la rescató de un burdel en Pune.

ABAJO

El diario de C. ofrece un vistazo a la infatuación de la adolescente, explotada por el hombre que traficó con ella. Sus palabras en bengalí dicen: "Si no te tengo en mi vida, moriré. Si no soy tuya, no puedo ser de nadie más".



arrestó a él y a otros 12 según leyes que prohíben trata y explotación sexual infantil. Anjali y Sayeda, junto con otras 18 menores y mujeres, fueron rescatadas. Estaban libres, pero aún no para ir a casa.

SAYEDA Y ANJALI TENÍAN 17 AÑOS cuando las conocí en Sneha, un albergue que maneja Sanlaap en Narendrapur, un suburbio de Calcuta , la metrópoli en la que una vez fui reportero de la fuente policiaca. Habían llegado hacía apenas unos días, junto con otras 10 niñas rescatadas de Mahishadal. Todas aceptaron entrevistarse conmigo.

Un supervisor las acompañó a una habitación grande sin muebles donde yo esperaba con un representante de Sanlaap. Entraron tras descalzarse; detenían su plática mientras me evaluaban con miradas cautelosas. La incomodidad se aligeró cuando yo también desenrollé un tapete grande. Nos sentamos en un círculo. Cuando empezamos a hablar en bengalí –la lengua con la que crecí en casa– las niñas se sintieron más cómodas.

Sayeda, sentada a mi derecha, fue la más dispuesta a hablar. Tenía una confianza natural que la distinguía. Cuando le pregunté cómo había acabado en el burdel, me dijo sin rodeos que el chico al que quería la había engañado. Describió cómo el personal vigilaba estrictamente a las niñas y cómo el dueño del burdel, Bhakta, las golpeaba rutinariamente a ella y a las otras.

"No paraba hasta que nos sacaba sangre", interrumpió Anjali, sentada junto a Sayeda.

"Nos decía: 'Si no te acuestas con al menos 10 clientes, te voy a pegar'", relató Sayeda.

Me dirigí a Anjali, quien me dijo cómo su novio la había traficado. "Me dijo que se iba a casar conmigo", dijo, con una sonrisa avergonzada. Las otras niñas rieron. Sentí que eran poco amables, pero con el avanzar de nuestras conversaciones me di cuenta de que no se reían de Anjali sino con ella. Sus historias eran similares. Mientras más tiempo pasaba hablando con las niñas, más me daba cuenta de la imposibilidad de comprender la desesperación que habían sentido.

Cuando regresé al refugio a la mañana siguiente, pregunté si Sayeda y Anjali estarían dipuestas a hablar de nuevo conmigo, dado que habían sido las más disponibles.

Las dos me contaron los horrores que habían padecido, con un desapego que me pareció inquietante. Le pregunté a Sayeda cuánto había llorado en los tres años que había estado esclavizada, pero de inmediato me di cuenta de lo superficial que sonaba. "Ah, he llorado y llorado.

Los clientes llegaban día y noche, y a las niñas las violaban hasta 20 veces al día. Tomaban analgésicos para soportar el tormento físico, pero no podían escapar del sufrimiento emocional. "Cuando teníamos clientes que era hombres viejos, mayores que nuestros padres –reconoció Anjali–, sentíamos tanta vergüenza".

Empujadas por el trauma de haber sido víctimas de trata y el horror diario de su existencia brutal, las niñas se volcaron una a la otra en busca de apoyo. Anjali, silenciosa y tímida, no podía haber sido más distinta a Sayeda, quien era tan peleonera cuando había bebido que a veces pateaba a los clientes. A pesar del contraste en sus personalidades, o quizá por eso, las dos se hicieron amigas.

De vez en cuando había una redada policiaca, pero las niñas dijeron que Bhakta y su personal siempre parecían tener aviso previo. Siempre las sacaban apresuradamente por la parte trasera antes de que llegara la policía. Una tarde de abril de 2017, sin embargo, un equipo policiaco hizo una redada ahí y otro en el local de junto, sin que nadie le hubiera advertido a Bhakta. La policía lo



Farrak Ali Gayen, arrestado en 2017, está de pie entre Jagdeep Singh Rawat, activista antitrata en Shakti Vahini, y el oficial de policía Shibendu Shosh en la estación de policía de Mathurapur, cerca de Calcuta. Gayen dijo que le pagaban 260 dólares por cada niña que le llevaba a su hermana en Delhi y que ella vendía a las niñas a los burdeles. Dijo que él y otros en su equipo traficaron a 11 niñas de 24 Parganas Sur en un lapso de un año y medio. Su hermana y otros fueron arrestados también. El caso sigue en marcha.

¿Cuánto más podría llorar?", contestó en un tono de resignación que nunca le he escuchado a alguien tan joven. La suma de sus lágrimas nunca sería suficiente para dar cuenta de la medida de su tristeza.

Les pregunté qué harían cuando volvieran a casa. Anjali no estaba segura.

"¿Te volverás a enamorar?", preguntó Sayeda, al tiempo que reía.

"No. No lo volveré a hacer", respondió Anjali.

Sayeda dijo que trataría de conseguir empleo en el salón de belleza en el que había trabajado. "No voy a volver a bailar. Trataré de estudiar".

"Puede que tome clases de baile", dijo Anjali.

"No, no te metas en la danza –le advirtió Sayeda–. Eso te puede meter en problemas".

Cuando salimos del edificio al sol, Sayeda me preguntó si le podía prestar mi teléfono celular para encontrar una vista satelital de su ciudad. Quería enseñarme el barrio donde vivían sus padres, junto a una mezquita bien conocida. No podía hacer eso con mi teléfono, pero le prometí que la visitaría en Julna cuando regresara con su familia.

Sonriendo corrió hacia una zona de juego frente al edificio. Vi que se subía a una resbaladilla y se deslizaba. De camino a mi auto, la oí reír.

UNA TARDE HACE DOS AÑOS, Giriraj Panda, un abogado de Haldia que ha ayudado a enjuiciar casos de tráfico sexual, comía su almuerzo en un puesto de comida cerca de la corte cuando una conmoción repentina alteró el ritmo usual de las actividades. Panda levantó la vista y vio a un hombre que corría, perseguido por un par de policías. Estos eran muy lentos. El hombre los dejó



de India deja abiertas muchas vías de escape. Las cortes indias están inundadas con casos y el trabajo atrasado es tan enorme que no es raro que las acusaciones se extiendan por años. A veces, a los tribunales no les queda de otra más que otorgar libertad bajo fianza a los acusados porque los fiscales no pueden presentar cargos a tiempo debido a la incompetencia o a la corrupción.

Pese al sombrío estado de las cosas, los esfuerzos por llevar de nuevo a los traficantes ante la justicia no han sido abandonados. En los últimos seis años, dijo Panda, él y su equipo han conseguido condenas en más de una docena de casos de trata en la zona de Haldia. Él dijo que lucharía par demostrar los cargos contra Bhakta quien, dijo Panda, fue rastreado y arrestado unas pocas semanas después de su huida.

El caso sigue en curso y podría durar años. Bhakta sí consiguió salir bajo fianza a principios de este año, una decisión que, de acuerdo con Panda, los fiscales apelarán. “Debido a que los tratantes y dueños de burdeles pueden permitirse gastar mucho dinero en honorarios legales,

> Los dueños de burdeles y los traficantes que explotan a menores a menudo consiguen salirse con la suya.

atrás y subió a una moto que conducía un cómplice. Aceleraron.

Panda, que había sido contratado por Sanlaap para representar a las niñas en el caso contra Bhakta y los otros, reconoció al hombre que huía. Era Bhakta. Debía comparecer ante la corte cuando consiguió liberarse de los oficiales que lo llevaban. Bhakta ya había comparecido ante la corte por cargos similares, dijo Panda, pero sus abogados habían logrado su liberación mediante una fianza. Al parecer, Bhakta se había arriesgado con esta huida porque no había logrado salir con estos nuevos cargos. Había estado en prisión más de un año y medio.

Los dueños de burdeles y traficantes que explotan a menores a menudo consiguen salirse con la suya no solo porque la policía falla en ejercer la ley, sino también porque el sistema judicial

para ellos es fácil que se escapen –afirmó Panda–. Pero me niego a darme por vencido”.

UNOS MESES DESPUÉS DE MI VISITA a Sneha, Sayeda empezó a padecer dolores abdominales severos. Pocos días antes se había presentado con entusiasmo en un espectáculo de danza en el albergue. El personal de Sneha la llevó de inmediato al hospital, donde murió horas después. Los médicos atribuyeron la muerte de Sayeda a una falla hepática, muy probablemente ocasionada por su consumo excesivo de alcohol.

En noviembre de 2018, viajé a Julna con la fotógrafa Smita Sharma para ver a la familia de Sayeda; un viaje que Sayeda y yo habíamos imaginado que habría sido feliz. Pasamos en el auto por la mezquita que Sayeda me quería enseñar, anduvimos por las calles y nos estacionamos





Shiuli, trabajadora sexual de 27 años, acuerda encontrarse con un cliente en la zona roja de Kalighat, en Calcuta. Casada a los 13 años, Shiuli dejó a su marido al final y se llevó a su hijo, pero sus padres no la dejaron volver a casa. Apenas consiguió no ser víctima de trata. Incapaz de ganar lo suficiente como empleada doméstica, se convirtió en trabajadora sexual. Tiene otros dos hijos, a los que concibió con clientes.



junto a una tetería. La madre de Sayeda nos condujo por un camino sucio hasta la casa donde su hija había crecido. Su padre, un hombre delgado y demacrado, nos saludó débilmente. Dado que la habitación externa no tenía muebles, nos invitaron a su recámara.

Cuando la madre de Sayeda describió lo mucho que a su hija le gustaba cantar y bailar, le mostré una foto de Sanyeda con Anjali y las otras niñas, tomada después de su espectáculo de danza.

Su madre vio la foto un momento y empezó a llorar. “Mi hija tenía un corazón tan simple e inocente –dijo, limpiándose las lágrimas–. Esa es la razón por la que la perdí”.

Los padres de Sayeda sabían que su hija había sido víctima de trata y esclavizada en un burdel, pero querían saber más sobre lo que había padecido, de modo que prendí una grabación de mi entrevista con Sayeda. Su madre se inclinó para escuchar. Su padre lo hizo desde la otra habitación, donde estaba sentado en el suelo y miraba fijamente a la pared. Cuando Sayeda empezó a hablar de lo que había padecido en el burdel, su madre se movía con incomodidad y su padre volteó la cabeza.

“A una persona solo la engañas una vez. No una y otra vez –afirmó Anjali–. Ya no amo a nadie”.

“Escuchar esto podría doler”, dije.

La madre de Sayeda me miró con los ojos llenos de lágrimas. “Nos duele de todas maneras –dijo–. No hay fin para el dolor”. Su padre no dijo ni una palabra esa tarde. Cuando regresé al día siguiente para despedirme de la familia, por fin habló. Desde la muerte de Sayeda, dijo, se había vuelto errático, a menudo se saltaba comidas y no se bañaba; se sentaba a un lado del camino por largos periodos, atravesado por la pena, en vez de llevar pasajeros en su *rickshaw*.

“Mi hija era mi mundo –me dijo–. Siempre estaba contenta y alegraba a los demás, y ya no está”.

DESPUÉS DE UN AÑO Y MEDIO en el albergue, Anjali por fin regresó con su madre a Siliguri y empezó a trabajar en una fábrica. Cuando la visité en diciembre de 2019, Anjali, que entonces tenía 19 años, ayudaba a su madre con las tareas de la casa.

Anjali me contó que batalla con la soledad. Extraña a sus amigas del albergue, que entendían su angustia como nadie más lo hará. No había compartido muchas de sus experiencias con su madre. Anjali dijo que había oído a algunos vecinos hablar de que ella estaba en una profesión sucia.

“No les contesto”, afirmó.

Era evidente que la conducta de sus vecinos había profundizado el sentido de aislamiento de Anjali. Podía hacer como si no existieran, pero le era más difícil desconectarse de las palabras de su madre, quien se había vuelto muy protectora, lo que causaba que Anjali se sintiera asfixiada.



CÓMO AYUDAR

Aquí hay tres grupos que trabajan en India a favor de las víctimas de trata de personas.

Shakti Vahini trabaja para liberar a menores de burdeles: *shaktivahini.org*

Sanlaap ayuda a las niñas que han sido rescatadas o están en riesgo de ser explotadas: *sanlaap.org*

New Light ayuda a los hijos de trabajadoras sexuales: *newlightindia.org*

Trabajadoras sexuales y miembros del personal asisten al evento anual por el aniversario de New Light, una organización no lucrativa ubicada en Kalighat que ofrece cuidado y educación para los hijos de las trabajadoras sexuales. También colabora con el sindicato que las representa para prevenir que los burdeles en la zona fuercen a menores a la prostitución.

"¡No me deja ir a ningún lado!", se quejó Anjali.

"Le digo: 'Siéntate tranquila en casa. Utiliza tu teléfono. Ve videos de TikTok si quieres –expresó su madre–. No vuelvas a pisar el camino equivocado'".

Le pregunté a qué se refería. ¿No era Anjali la víctima? ¿Estaba mal enamorarse?

"A una persona solo la engañas una vez –afirmó Anjali–. No una y otra vez, ¿sabes?".

Su madre trató de suavizarla. "Le he dicho: 'Si encuentras alguien que te gusta, no te escapes con él, cuéntame y revisaré sus antecedentes y haré que te cases'".

Anjali la interrumpió. "Ya no amo a nadie", sentenció con un tono conclusivo.

Lo que en realidad quería, me dijo, era poder ir adonde quisiera cuando quisiera. Anjali quería una motoneta. No le hacía gracia que su madre estuviera ahorrando para comprarle una motocicleta al hermano mayor de Anjali.

"Te compraré cosas cuando te cases", dijo su madre amablemente.

Anjali le sonrió exasperada. Pese a su fastidio, sabía que era mucho más afortunada que muchas víctimas de trata, cuyas familias no las quieren de regreso por el temor a que parientes y vecinos las culpen y avergüencen. La lucha de Anjali por reconstruir su vida estaba lejos de terminar, aunque al ver el apoyo de su familia y su determinación silenciosa, me fui con la esperanza de que algún día encontraría la libertad que ha buscado. □

Yudhijit Bhattacharjee es un colaborador que empezó su carrera de periodista con textos sobre el crimen en Calcuta. **Smita Sharma** vive en Delhi y ha pasado dos años documentando la violencia sexual en India. Este es su primer artículo para la revista.



SALVAR LAS RAPACES GIGANTES DEL AMAZONAS

Científicos, recolectores de nuez de Brasil, terratenientes y anfitriones turísticos unen fuerzas para ayudar a conservar una de las águilas más grandes del mundo.

POR **RACHEL NUWER** FOTOGRAFÍAS DE **KARINE AIGNER**



Un águila arpía cuida a un polluelo en su nido en la Amazonía brasileña. Las hembras son más grandes que los machos, pesan alrededor de 11 kilogramos y tienen garras que suelen ser mayores que las de un oso grizzly. Desde el siglo XIX, su territorio en América Central y del Sur se ha reducido más de 40 por ciento.





Las águilas arpías hoy se encuentran sobre todo el la selva amazónica, donde la tala ha arrasado con su hábitat. Los conservacionistas esperan que los ganaderos limiten su deforestación si ganan lo suficiente de los turistas que pagan por ir a ver águilas en sus nidos desde torres como esta.

Debía ser un atajo. Ahora, con agua color chocolate hasta la cintura, me encuentro tropezando con troncos hundidos,



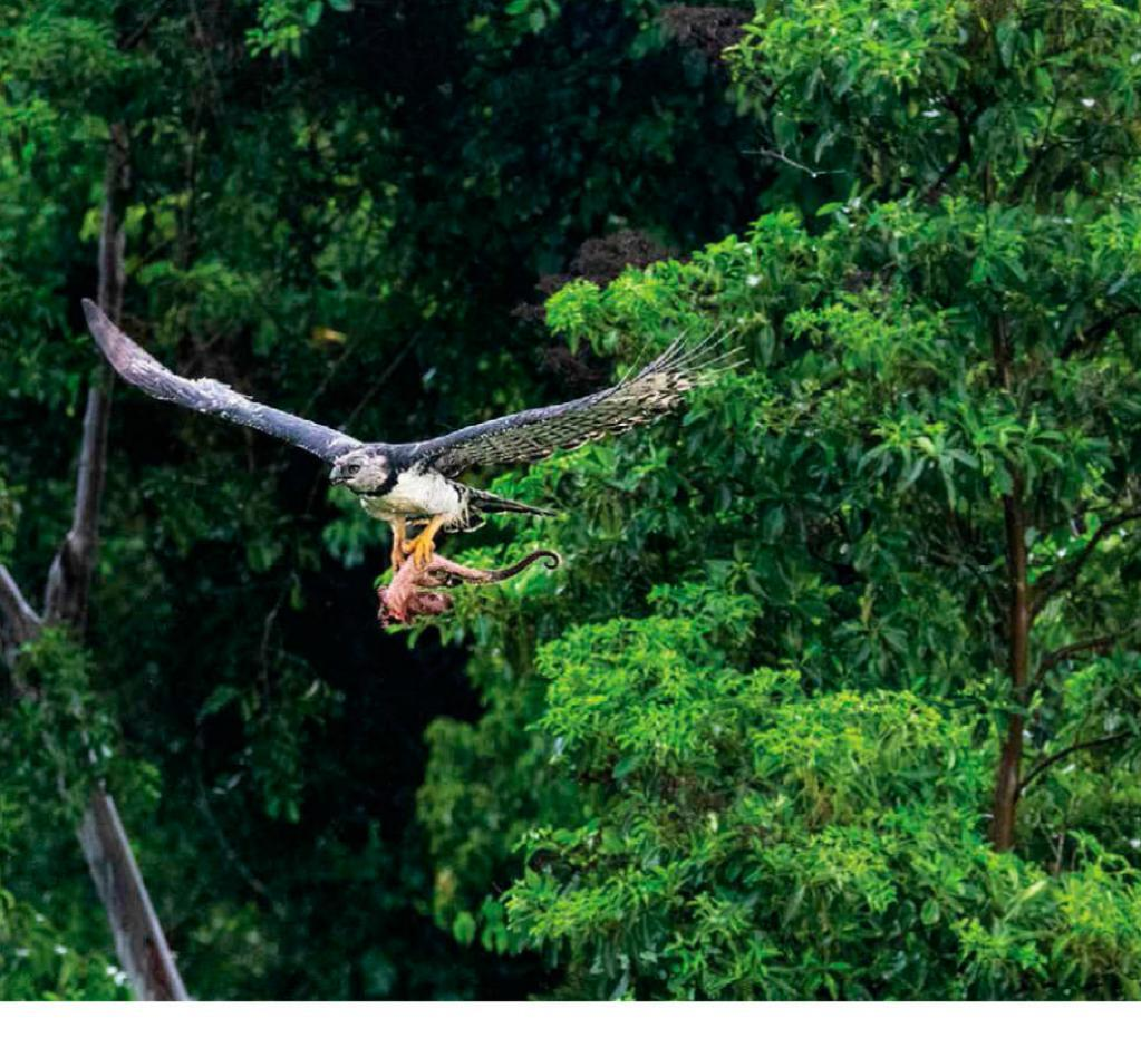
sumergida bajo arbustos espinosos llenos de hormigas y abriéndome paso entre cortinas pegajosas de telarañas, siguiendo un sendero marcado por el biólogo brasileño Everton Miranda. Una cámara costosa ya está volteada después de que el asistente de campo Edson Oliveira cayera de bruces sobre un charco profundo, y una picadura de avispa en el antebrazo de la fotógrafa Karine Aigner se hinchara en una roncha del tamaño y color de un tomate regordete.

Pero si a alguien se le cruza por la cabeza dar marcha atrás, se reserva la idea para sí mismo. Nuestra misión es demasiado importante. Estamos aquí para encontrar un nido de la elusiva águila arpía que, se rumora, se encuentra a un kilómetro y medio dentro de este tramo de selva amazónica en Mato Grosso.

Con sus cuerpos elegantes y monocromáticos, ojos feroces y plumas faciales exuberantes que parecen coletas aviares, las águilas arpías –una de las especies de águila más grandes del planeta– suelen estar clasificadas entre las aves más espectaculares del mundo y a la cabeza de las listas de

Estas rapaces tienen una envergadura relativamente corta, lo que les permite volar entre la densidad de la selva. Pueden arrancar a un perezoso adulto de un árbol y cargar una corzuela pequeña. Esta águila arpía regresa a su nido con los restos de un puercoespín.

Este artículo fue creado en asociación con National Geographic Society y Wyss Campaign for Nature, que buscan inspirar la protección de 30 % del planeta para 2030.



muchos avistadores de aves. Sus garras, capaces de arrancar un perezoso adulto de un árbol, son más anchas que las de un oso grizzly, y las hembras llegan a pesar alrededor de 11 kilogramos. "Parecen un animal de un libro de fantasía", dice Miranda.

Como superpredadora, el águila arpía desempeña un papel ecológico crucial, ya que ayuda a mantener a raya las poblaciones de especies presa. "Si logras la conservación para las águilas arpías, entonces la consigues también para prácticamente toda la biodiversidad en el ecosistema en el que habita", afirma Richard Watson, presidente y CEO del Peregrine Fund, una organización sin fines de lucro que está a cargo del programa del águila arpía en Panamá.

Nadie sabe cuántos ejemplares quedan en estado silvestre, pero los científicos saben que están desapareciendo. Estas rapaces poderosas alguna vez habitaron desde el sur de México hasta el norte de Argentina, pero desde el siglo XIX su territorio se ha encogido más de 40 % y hoy se limita a la Amazonía principalmente, de acuerdo con Miranda. La deforestación ocasionada por la agricultura, minería y construcción –principal amenaza para la supervivencia del águila arpía– no da señales de ralentizar. Miranda calculó que se arrasaban 55 hectáreas de selva por hora en la Amazonía brasileña a principios de 2020.

Miranda, un combatiente de artes marciales mixtas convertido a científico, está al frente de los esfuerzos para salvar el águila arpía en Brasil. Afirma que está seguro de que, sin conservación efectiva, estas rapaces desaparecerán pronto de una franja significativa de su bastión brasileño, el así





Un armadillo que recién murió será el alimento de un polluelo hambriento. Los científicos monitorean el nido como parte de un esfuerzo para proteger a las águilas arpías en las zonas más vulnerables a la deforestación.

llamado arco de deforestación, un paisaje fragmentado de alrededor del tamaño de España que rodea el sureste de la Amazonía. Él está convencido de que la pérdida rampante de hábitat se puede combatir si se les muestra a los brasileños que las selvas son más redituables de pie que taladas y, con eso en mente, en fechas recientes ayudó a lanzar un programa ecoturístico innovador para darles a los terratenientes incentivos para proteger el águila arpía y su hábitat (por suerte, los primeros dos meses de 2020 tenían reservaciones consecutivas, lo que mantendrá el proyecto en marcha hasta finales de año, cuando se espera que los peores efectos de la pandemia hayan disminuido y los viajes se hayan reanudado).

Si encontramos el nido, añadiremos otro punto de información crucial para identificar los tipos de lugares donde aún vive el águila arpía y protegerlos. Miranda echa un vistazo a la señalización del GPS que marca el sitio donde él cree que está el nido. Un arroyo caudaloso nos bloquea el camino. Imperturbable, ubica un tronco caído y medio podrido que, milagrosamente, aguanta nuestro peso mientras nos turnamos para cruzar. Después de trepar por un terraplén enlodado, por fin en suelo firme, recorremos el último kilómetro hasta que avistamos el tronco ancho, majestuoso, de un árbol de nuez de Brasil. Las ramas del dosel de esta especie protegida son la opción predilecta para anidar de las águilas arpías en la zona de estudio de Miranda. Nos asomamos dentro del denso follaje. A unos 30 metros de altura se revela una masa gigante de ramitas. ¡El nido!

Pero además de una pluma blanca y delgada que detectó Miranda, no hallamos ninguna otra evidencia de que el nido esté ocupado. Reproducciones de grabaciones de llamado de águilas arpías –una serie penetrante de chillidos– tampoco consiguen obtener respuesta alguna. Miranda especula que los polluelos que ocuparon este nido de tiempo completo deben ser adolescentes ahora, en el proceso de emanciparse después de los tres años que pasan en el territorio de los padres.

Las águilas arpías, si no son molestadas, pueden usar un mismo nido por décadas, y Miranda dice que este probablemente tendrá un nuevo polluelo residente hacia el final de 2020. Si todo va bien, espera, los turistas vendrán a maravillarse con el la cría y a ayudar a protegerla.

Les gusta anidar en el dosel de los árboles de nuez de Brasil. Por eso los recolectores de nueces se han vuelto clave para encontrar los nidos.

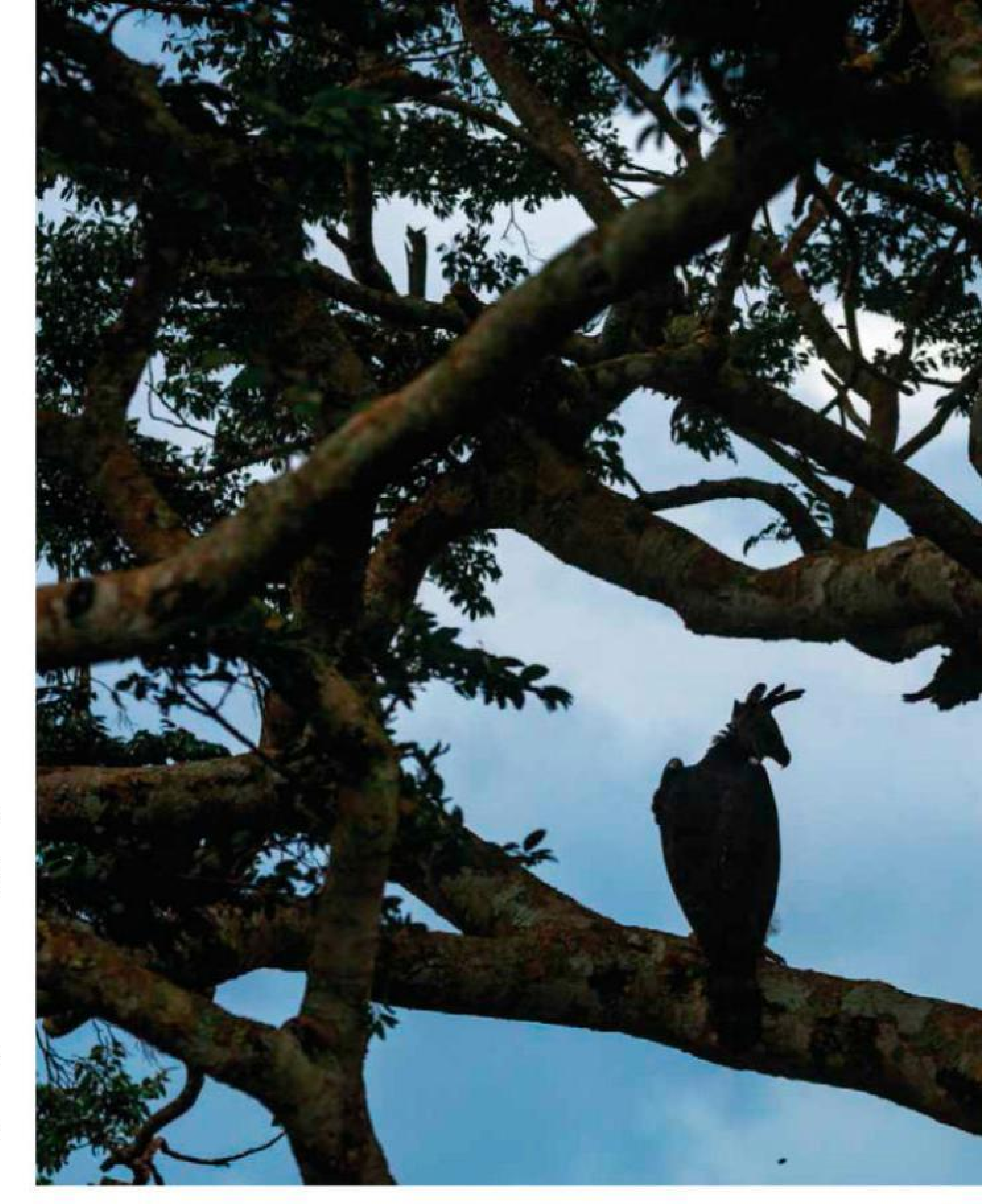
MÁS QUE ESTUDIAR a las águilas arpías en el Amazonas intacto, Miranda eligió concentrarse en el arco de deforestación debido a la urgencia de las amenazas ahí. De 2004 a 2012, Brasil redujo su tasa de deforestación en 83%, hasta 4400 kilómetros cuadrados al año. Pero la tala se reanudó cuando los barones del ganado y la soya empezaron a comprar influencias con los políticos. Jair Bolsonaro, quien asumió la presidencia en 2019, redujo los esfuerzos para frenar la tala ilegal, lo que contribuyó con un incremento de 30% en la deforestación. De acuerdo con algunos cálculos, 95% de la actual deforestación en expansión es ilegal.

Cuando Miranda llegó a la región, la gente le dijo que las águilas arpías ya habían desaparecido. Así que se instaló en una estación de investigación francesa, unos 250 kilómetros al oeste de Alta Floresta, un municipio con casi 52000 personas y más de 790000 cabezas de ganado.

Para empezar su investigación, Miranda necesitaba encontrar nidos. Después de recorrer 50 kilómetros de selva, por fin ubicó uno. Se congratuló y dedujo que, a ese ritmo, podría localizar algunos nidos cada mes. Tres meses y 400 kilómetros después, Miranda no había encontrado más nidos. Empezó a colgar carteles en los que ofrecía una recompensa de 100 dólares a quien diera con uno. Su búsqueda lo llevó a los recolectores de nueces de Brasil, quienes recorrían la selva en busca de nueces caídas, la base de una industria rentable y sostenible. "Me di cuenta de que había gente que recorría segmentos en el bosque todo el tiempo de manera gratuita", relata. Empezó a contactar las asociaciones de nuez de Brasil.

"Recuerdo escuchar sobre este tipo loco que buscaba águilas arpías en la Amazonía", cuenta Veridiana Vieira, presidenta de la Associação dos Coletores de Castanha do Projeto de Assentamento Vale Verde. Antes de conocer a Miranda, dice Vieira, solo había pensado en las águilas arpías como asesinas de pollos, aunque nunca había visto una. En especial le gustaba la idea de contribuir con la


GIGANTES FURTIVOS
Con hembras que llegan a pesar 11 kilogramos, las arpías son las más pesadas de las águilas. Este superpredador del dosel de la selva puede precipitarse por el follaje denso y levantar presas tan grandes como perezosos o monos con sus enormes garras.
Vista desde arriba
Disco
Sonido
Plumas del disco facial (similares a las de los búhos) se ensanchan alrededor de las orejas para agudizar el oído.
MÉX.
BELICE
HOND.
GUAT.
NICAR.
C.R.
PAN.
VENEZ.
GUYANA
SURINAM
GUAYANA FR. (FR.)
COL.
ECUA.
PERÚ
BRASIL
BOL.
ARG.
AMÉRICA DEL SUR
Zonas forestales dentro del territorio del águila arpía (Harpia harpyja)
Alas cortas y anchas las ayudan a volar en espacios estrechos.
Rodilla
Tobillo
Tendón
Perezoso
(6.4 kg máx.)
Una cola larga actúa como timón para maniobrabilidad.
Cazar presas grandes puede ser riesgoso. Los perezosos y monos a veces pelean –e incluso matan– a las águilas arpías que los atacan.
Tendón
Patas poderosas actúan como arietes durante los ataques. Los tendones de las patas se tensan y contraen los talones alrededor de presas pesadas antes de que el ave emprenda el vuelo.
Oso grizzly
Macho, 360 kg
Garra
2 m
Hembra, 11 kg máx, dos veces más grande que el macho del águila arpía.
La garra de una hembra de águila arpía puede ser más grande que la de un oso grizzly (se muestra el tamaño real de ambas).
FERNANDO G. BAPTISTA Y CHRISTINA SHINTANI (NGM); MESA SCHUMACHER
FUENTES: EVERTON MIRANDA; IUCN



El ecoturismo ya tiene un efecto positivo en las águilas arpías, afirma Everton Miranda, ya que les muestra a los terratenientes que "la selva no es un lugar estéril económicamente". Él piensa que la región amazónica donde trabaja al final podría atraer cientos de visitantes que vengan a ver los nidos de águila arpía cada año. Esto sería una bendición para las rapaces e infinidad de otras especies en la selva y para la gente que vive ahí.

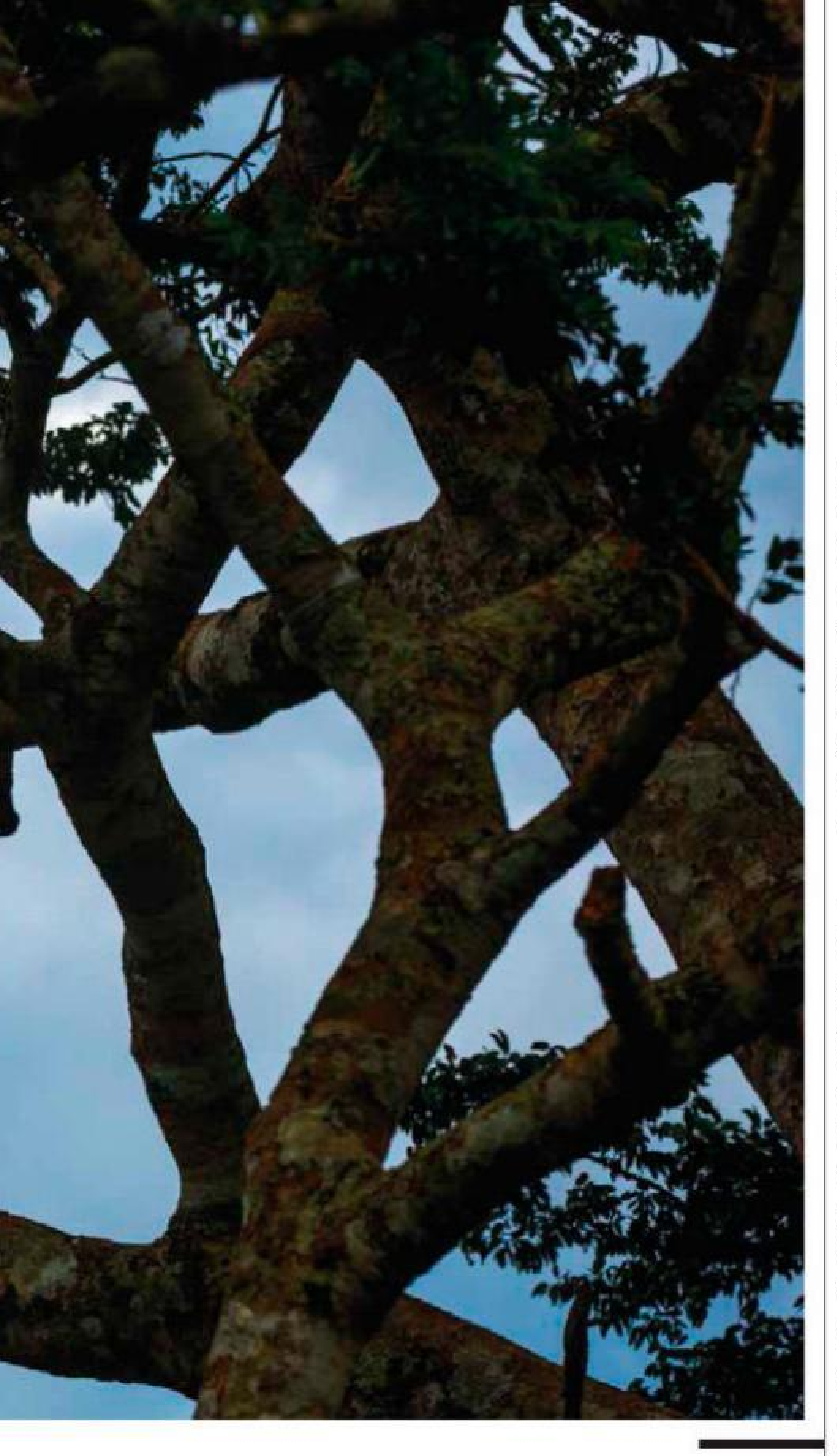
ciencia, así que inscribió a su organización. Miranda les enseñó a los recolectores de nueces cómo imitar los llamados del águila con sus teléfonos y cómo detectar señales de un nido en el suelo de la selva. "Hoy todos intercambian información sobre el águila arpía por WhatsApp", relata Vieira.

Hasta hoy, su asociación y otros grupos de recolectores de nueces han ayudado a Miranda a encontrar 34 nidos en todo el estado, una cantidad de datos "notable, así como muy valiosa e inusual", afirma Watson, cuya organización ha recopilado otro registro de nidos comparable, en Panamá.

Miranda también lanzó una campaña para educar a la gente acerca de las águilas arpías y tratar de reducir el número de las que matan a propósito. Vio fotos de gente que levantaba águilas arpías muertas o partes de sus cuerpos durante sus entrevistas con 180 terratenientes y calculó que les habían disparado al menos a 180 ejemplares en dos años. Más de 80% dijo que nunca había visto un ave tan grande y solo quería observarla de cerca.

"En portugués tenemos la expresión 'Necesitamos ver con las manos' –prosigue Miranda–. Muchas personas me dijeron que querían ver el ave con las manos". Sin embargo, Miranda se sintió esperanzado cuando muchos terratenientes también le confiaron que lamentaban haberle disparado a un águila arpía, en especial después de saber más sobre esas aves amenazadas.

"En la actualidad todos se dan cuenta de que las águilas arpías son algo positivo para la región, así que ya no las matan", afirma Roberto Stofel, extalador y cazador que hoy trabaja con Miranda como escalador profesional de árboles.



EVITAR QUE LES DISPAREN A LAS ÁGUILAS ayuda, pero el verdadero reto, declara Miranda, es descubrir maneras de generar dinero de la selva que no involucren talar zonas enormes. "Estamos quemando la selva más biodiversa del mundo para criar algunas vacas flacuchas –afirma–. Para evitar la deforestación necesitamos encontrar una manera inteligente de integrar la Amazonía en la economía global".

La buena noticia, añade, es que los brasileños pueden granar dinero sin tirar árboles. Recolectar nueces de Brasil y criar peces, por ejemplo, es más rentable y sostenible que la ganadería, de acuerdo con varios estudios científicos. El turismo podría ofrecer otra alternativa viable.

En diciembre de 2016, Miranda contactó a Charles Munn, cofundador y dueño de SouthWild, una compañía de ecoturismo basada en Cuiabá, Brasil, y al cabo de un mes tenían un contrato en vigor. "Muchos científicos solo están interesados en investigación básica, no en aplicar sus hallazgos para buscar soluciones sostenibles –asegura Munn–. Everton es inusual porque también le importa crear trabajos verdes y proteger la naturaleza".

Munn, quien organiza safaris fotográficos de alta gama por América del Sur, tiene un historial de hacer rentable la conservación. Fue el primero en llevar turistas a ver los hoy famosos jaguares en la región de Pantanal, en Brasil, los humedales tropicales más extensos del mundo. Un estudio mostró que el turismo de jaguares generó casi siete millones de dólares en ganancias anuales para siete *lodges* en el Pantanal brasileño. Los ganaderos que se benefician del turismo ya no matan jaguares, aunque los felinos ocasionalmente maten a su ganado.

"Esto es como capital de riesgo de vida silvestre –dice Munn–. Tratamos de descifrar qué es lo que podría funcionar para darles ventaja a estos animales en la protección de su hábitat de nosotros". Para julio de 2020, Miranda había reclutado a 35 terratenientes con nidos de águila arpía en sus propiedades para que se unieran al programa. Cuando el nido produce un polluelo, la compañía de Munn contrata gente local para que construya torres de avistamiento de casi 30 metros de altura para los turistas. Los terratenientes reciben 20 dólares al día por visitante, y otros en la comunidad ganan dinero como porteadores, choferes y cocineros. Munn emite una garantía de devolución del dinero de que sus huéspedes observarán un águila arpía a nivel de la vista.

Miranda cree que Mato Grosso podría atraer cerca de 700 personas al año para ver nidos, lo cual sería redituable para la compañía de Munn y una suerte repentina para las águilas arpías.

Miranda dice que está comprometido en asegurarles un futuro a las águilas arpías y la biodiversidad que representan. Planea lanzar un instituto de depredadores el año próximo en Alta Floresta para extender la investigación básica y soluciones prácticas. "La conservación en la Amazonía solo funcionará si la gente local también se apropia de la conservación y la impulsa –observa Miranda–. En algún punto nos daremos cuenta de que la Amazonía es el recurso más valioso de Brasil". □

Rachel Nuwer es autora del libro *Poached: Inside the Dark World of Wildlife Trafficking.* La fotógrafa **Karine Aigner** se enfoca en la relación de animales y humanos. Este es su primer artículo para la revista.



INSTAGRAM

NICHOLE SOBECKI

DE NUESTROS FOTÓGRAFOS

QUIÉN

Una fotógrafa con sede en Kenia que busca capturar las conexiones íntimas y tensas de la humanidad con el mundo natural.

DÓNDE

Una aldea en las afueras de Caynabo, Somalilandia, una región autónoma dentro de Somalia.

QUÉ

Una cámara Hasselblad 501CM y una lente Zeiss Planar de 80 milímetros.

Sobecki ha trabajado durante casi una década en África oriental, donde las naciones están agobiadas por el conflicto, la crisis climática y, ahora, la COVID-19. A pesar de los desafíos, dice, la gente de Somalia es conocida por su sentido del humor un tanto retorcido. Piensa en Ahmed Abdi Omar, de 17 años, y un puercoespín sorprendido que invade sus campos. En la foto de Sobecki, Omar tiene una correa de cuerda en la alimaña capturada (que no es una especie en peligro de extinción). Sobecki escuchó a los aldeanos reír entre dientes “que el puercoespín sería la cena esa noche”. Ella no se quedó para averiguarlo.

Esta página presenta imágenes de las cuentas de National Geographic en Instagram. Somos la marca más popular en la plataforma, con más de 200 millones de seguidores; únete a ellos en Instagram **@natgeo** y **@natgeolatam.**



SÍGUENOS
COMENTA
COMPARTE
/NGTravelerLatin
@NGTravelerLatin
natgeotravelerlatam
NATIONAL GEOGRAPHIC
TRAVELER